



Pro gradu -tutkielma

Aluetiede

Suunnittelumaantiede

LIIKUNTAPAikkojen SAAVUTETTAVUUS JA OPTIMAALISET SIJAINNIT  
HELSINGISSÄ PITKÄN AIKAVÄLIN TARKASTELUNA

Iiris Karvinen

2017

Ohjaajat:

Tuuli Toivonen

Martina Jerima

Matti Kuusela

HELSINGIN YLIOPISTO  
MATEMAATTIS-LUONNONTIETEELLINEN TIEDEKUNTA  
GEOTIETEIDEN JA MAANTIETEEN LAITOS  
MAANTIEDE

PL 64 (Gustaf Hällströmin katu 2)  
00014 Helsingin yliopisto



Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta		Laitos/Institution– Department Geotieteiden ja maantieteen laitos	
Tekijä/Författare – Author Karvinen Iiris Matilda			
Työn nimi / Arbetets titel – Title Liikuntapaikkojen saavutettavuus ja optimaaliset sijainnit Helsingissä pitkän aikavälin tarkasteluna			
Oppiaine /Läroämne – Subject Suunnittelumaantiede			
Työn laji/Arbetets art – Level Pro gradu -tutkielma	Aika/Datum – Month and year Marraskuu 2017	Sivumäärä/ Sidoantal – Number of pages 90 + liitteet	
Tiivistelmä/Referat – Abstract <p>Saavutettavuudesta on tullut keskeinen tutkimuskohde yhdyskuntasuunnittelussa, ja tutkimuksen lisäksi saavutettavuustarkasteluista on tullut osa käytännön suunnittelua. Saavutettavuuskysymykset ovat nousseet ajankohtaisiksi osana keskustelua yhdyskuntarakenteen muutoksesta, johon liittyy yhdyskuntarakenteen hajautuminen ja uuden monikeskuisen yhdyskuntarakenteen tulkinta verkostokaupunkina. Palveluverkkotarkastelut voidaan nähdä välttämättöminä kuntien taloudellisen kestävyuden kannalta. Väestönkasvu ja kunnan rajalliset resurssit asettavat haasteita tulevaisuuden liikunnan palveluverkolle Helsingissä. Näin ollen liikuntapalveluiden saavutettavuuden ja optimaalisten sijaintien kartoittaminen pitkällä aikavälillä voidaan nähdä tärkeänä.</p> <p>Tässä tutkielmassa selvitetään liikuntapaikkojen saavutettavuutta Helsingissä nykytilanteessa ja tulevaisuudessa sekä kartoitetaan optimaalisia sijainteja uusille liikuntapaikoille. Tutkimus voidaan jakaa kahteen osaan 1) optimaalisten sijaintien määrittämiseen vuoden 2040 väestöllä ja 2) saavutettavuustarkasteluihin, joiden tarkoituksena on selvittää väestönmuutosten sekä joukkoliikenneverkostossa ja palveluverkossa tapahtuvien muutosten vaikutusta saavutettavuuteen. Tutkitut liikuntapaikkatyypit ovat liikuntapuistot, liikuntasalit, lahiliikuntapaikat, tekojäakentä ja uimahallit/maauimalat.</p> <p>Liikuntapaikkojen optimaaliset sijainnit määritettiin vuodelle 2040 tehdyn väestöennusteen perusteella. Sijainti-allokaatio-analyysit suoritettiin ArcMap-ohjelmiston Network Analyst -lisäosan Minimize impedance -työkalulla, joka perustuu p-mediaaniongelman ratkaisemiseen. Tuloksena saadaan optimaaliset sijainnit, jotka minimoivat väestöpisteiden keskimääräistä matka-aikaetaisyysyä lähimmälle liikuntapaikalle. Analyysissa huomioitiin nykyisten liikuntapaikkojen lisäksi myös tiedossa olevat suunnitellut liikuntapaikat. Uimahalleille/maauimaloille sijainti-allokaatio-analyysit suoritettiin autoilijan tieverkostoa pitkin ja muille liikuntapaikoille optimoinnit suoritettiin kävelijän tieverkostoa pitkin. Optimointien lisäksi tutkielmassa selvitetään liikuntapaikkojen saavutettavuutta laskemalla matka-aikoja vuoden 2016 ja vuoden 2040 tilastoruuduista lähimmälle liikuntapaikalle kävelen, autolla ja joukkoliikenteellä. Matka-aikojen laskenta henkilöautolla perustui Helsingin yliopiston Digital Geography Lab -tutkimushankkeessa kehitettyyn ArcMap-ohjelmistolla toimivaan työkaluun, joka mahdollistaa kokonaismatkaketjujen laskemisen. Matka-ajat joukkoliikenteellä laskettiin samassa tutkimushankkeessa kehitetyllä MetropAccess-Reititin-työkalulla ja kävelen OpenStreetMap-aineistosta muokatulla tieverkostolla ArcMap-ohjelmiston OD-Cost-Matrix-työkalulla.</p> <p>Tutkielman analyysit osoittavat, että nykytilanteessa liikuntapaikat ovat suhteellisen hyvin saavutettavissa tutkituilla kulkumuodoilla. Autolla keskimääräiset matka-ajat vaihtelevat liikuntapaikasta riippuen 10–15 minuutin ja joukkoliikenteellä 12–20 minuutin välillä. Kävelen matka-ajat ovat odotetusti pisimpiä vaihdellen noin 18–39 minuutin välillä. Ilman uusia liikuntapaikkoja keskimääräiset matka-ajat liikuntapaikoille kasvavat vuoteen 2040 mennessä, mutta tästä huolimatta autolla ja joukkoliikenteellä liikuntapaikat ovat suhteellisen hyvin saavutettavissa tulevaisuudessa ilman uusia paikkoja. Saavutettavuudessa on kuitenkin huomattavia alueellisia eroja, jotka eivät ilmene keskiarvomatka-aikojen perusteella. Huonosti saavutettavat alueet vaihtelevat liikuntapaikan mukaan, mutta etenkin Östersundom esiintyy huonosti saavutettavana vuonna 2040. Palveluverkon tihentäminen optimoiduilla, mutta myös suunnitelluilla sijainneilla, parantaa saavutettavuutta etenkin kävelen ja joukkoliikenteellä. Sen sijaan henkilöautoilijalle uusilla paikoilla ei ole yhtä suurta merkitystä, koska saavutettavuus on todella hyvä ilmankin niitä. Palveluverkon tihentämisen edut näkyvät etenkin matka-aikakartoista, joista nähdään, että sijainti-allokaatio-analyseilla optimoidut sijainnit lyhentävät matka-aikoja kaikkein huonoiten saavutettavilla alueilla. Joukkoliikenneverkoston vaikutukset saavutettavuuteen pitkällä aikavälillä jäävät väestönmuutoksia ja palveluverkossa tapahtuvia muutoksia selkeästi vähäisemmiksi tässä tutkimuksessa.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Liikuntapalvelut, saavutettavuus, sijainti-allokaatio, p-mediaani, Helsinki, tulevaisuus			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited HELDA			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			



Tiedekunta/Osasto Fakultet/Sektion – Faculty Faculty of Science		Laitos/Institution– Department Department of Geosciences and Geography
Tekijä/Författare – Author Karvinen Iiris Matilda		
Työn nimi / Arbetets titel – Title Accessibility and optimal locations of sports facilities in the long term in Helsinki		
Oppiaine /Läroämne – Subject Planning Geography		
Työn laji/Arbetets art – Level Master's thesis	Aika/Datum – Month and year November 2017	Sivumäärä/ Sidoantal – Number of pages 90 + appendices
<b>Tiivistelmä/Referat – Abstract</b> <p>Accessibility has become widely researched topic in the fields of urban planning and urban geography. Along with these studies different kind of accessibility analyses have played an essential role in practical planning. Accessibility analyses offer a tool to investigate service networks. Investigating service networks is considered necessary for example because of economical sustainability of municipalities. Population growth and limited resources of the municipality are creating challenges for future Helsinki. Therefore it is important to investigate service networks and accessibility in a long term.</p> <p>The aim of this study is to explain how the accessibility of chosen sports facilities changes in the long term in Helsinki. The study can be divided into two different parts that are 1) location-allocation analyses to define optimal locations for new sports facilities in 2040 and 2) accessibility calculations where population growth, changes of the public transport network and changes in service network of each type of sports facility are taken into account. This study focuses on five different facility types that are sports park, gymnastics hall, neighborhood sports site, artificial ice rink and swimming facility including swimming halls and outdoor pools.</p> <p>Location-allocation analyses are carried out in ArcGIS with Network Analysis extension using Minimize Impedance tool that is based on solving P-Median problem. The population is based on a population scenario of year 2040. Swimming facilities were examined by minimizing the travel time in car driver's network and a pedestrian street network was applied in other facility types. The accessibility analyses are carried out by calculating travel times from inhabited statistical grid cells to the nearest sports facilities in 2016 and in 2040. Depending on a sports facility type the accessibility is measured by car, public transport and/or walking. The travel time calculations by car were based on a tool and a dataset working in ArcMap software and developed by Digital Geography Lab -research group. Travel time calculations by public transport were calculated with MetropAccess-Reitin tool and the calculations for walking were conducted in OC-Cost-Matrix tool in ArcMap software.</p> <p>The analyses indicate that the accessibility of sports facilities is relatively good for all the inspected modes of transports. By car the average travel time is between 10-15 minutes and 12-20 minutes by public transport depending on the type of sports facility. By walking the average travel time is between 18-39 minutes. By 2040 the average travel times are increasing but still the accessibility is rather good especially by car and public transport. However there seems to be regional differences in accessibility that are not visible without taking a look at accessibility maps. Areas with poor accessibility differ depending on the type of sports facility. Changing service network with new facilities affects positively to accessibility especially by walking and public transport. However by car the changes are not that significant because the accessibility is very good to begin with. The population growth and changes in service network seem to have more affect to accessibility in the long term compared to the changes of public transportation.</p>		
<b>Avainsanat – Nyckelord – Keywords</b> accessibility, sports facilities, location-allocation, p-median, Helsinki, long term		
<b>Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited</b> HELDA		
<b>Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information</b>		

# SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO .....	1
1.1.	TUTKIMUKSEN LÄHTÖKOHTIA .....	1
1.2.	TUTKIMUKSEN TAVOITTEET JA TYÖN RAKENNE .....	3
2.	TUTKIMUKSEN TAUSTA.....	4
2.1.	YHDYSKUNTARAKENNE .....	4
2.1.1.	Yhdyskuntarakenteen muutokset .....	4
2.1.2.	Verkostokaupunkitulkinnat.....	5
2.1.3.	Palveluverkko yhdyskuntarakenteen osana.....	8
2.2.	SAAVUTETTAVUUS.....	10
2.2.1.	Saavutettavuuden merkitys ja määritelmä .....	10
2.2.2.	Saavutettavuuden mittaaminen.....	11
2.2.3.	Verkostoanalyysit paikkatieto-ohjelmistoilla.....	14
2.3.	SIJAINTOPTIMOINTI .....	15
2.3.1.	Sijaintiteoria.....	15
2.3.2.	Sijaintiongelmien lähtökohdat.....	16
2.3.3.	Sijainti-allokaatio-analyysien ongelmatyypit.....	18
2.4.	LIIKUNTA .....	21
2.4.1.	Liikunta-aktiivisuus ja liikuntalaki.....	21
2.4.2.	Saavutettavuuden merkitys liikuntapaikkaverkostossa.....	22
2.4.3.	Liikunnan edistäminen yhdyskuntarakenteessa .....	23
3.	HELSINKI TUTKIMUSALUEENA .....	25
3.1.	HELSINGIN LIIKUNTAPALVELUT JA HELSINKILÄISTEN LIIKUNTAKÄYTTÄYTYMINEN .....	25
3.2.	HELSINGIN YHDYSKUNTARAKENTEEN KEHITYS .....	26
3.3.	HELSINGIN TULEVAISUUS YHDYSKUNTARAKENTEEN KANNALTA .....	27
4.	AINEISTO JA MENETELMÄT .....	29
4.1.	TUTKITTAVAT LIIKUNTAPAIKAT JA HYVÄN SAAVUTETTAVUUDEN RAJA-ARVOT .....	29
4.2.	TUTKITTAVAT SKENAARIOT .....	31
4.3.	TUTKIMUKSEN RAKENNE .....	33
4.4.	AINEISTOT.....	35
4.5.	MENETELMÄT.....	37
4.5.1.	Reititysaineiston muokkaaminen OSM-datan pohjalta.....	37
4.5.2.	Sijainti-allokaatio-analyysit .....	39
4.5.3.	Saavutettavuusaikojen laskeminen .....	40
4.5.3.1.	Henkilöautoreititykset .....	40



4.5.3.2.	Kävelyreititykset .....	41
4.5.3.3.	Joukkoliikennereititykset .....	41
5.	TULOKSET .....	43
5.1.	KESKIARVOMATKA-AJAT ERI SKENAARIOISSA .....	43
5.2.	LIIKUNTAPUISTOJEN SAAVUTETTAVUUS JA OPTIMAALISET SIJAINNIT .....	44
5.3.	LIIKUNTASALIEN SAAVUTETTAVUUS JA OPTIMAALISET SIJAINNIT .....	50
5.4.	LÄHILIIKUNTAPAIKKOJEN SAAVUTETTAVUUS JA OPTIMAALISET SIJAINNIT .....	56
5.5.	TEKOJÄÄKENTTIEN SAAVUTETTAVUUS JA OPTIMAALISET SIJAINNIT .....	59
5.6.	UIMAHALLIEN/MAAUIMALOIDEN SAAVUTETTAVUUS JA OPTIMAALISET SIJAINNIT .....	65
6.	KESKUSTELU .....	70
6.1.	POHDINTAA ANALYYSIEN TULOKSISTA .....	70
6.2.	MENETELMÄLLINEN POHDINTA .....	74
6.3.	IDEOITA JATKOTUTKIMUKSELLE .....	77
	KIITOKSET .....	79
	LÄHTEET .....	80
	LIITTEET .....	91

## KUVAT

Kuva 1. Perinteinen ja kehittyvä kaupunkirakenne (Kuvan lähde: Alppi 2011: 3).....	6
Kuva 2. Dupuyn verkostostruktuurinäkökulma Alpin & Ylä-anttilan (2007) muokkaamana.....	8
Kuva 3. Graafi.....	14
Kuva 4. Esimerkki kuva sijainti-allokaatio-työkalun toimintaperiaatteesta ArcGIS-ohjelmassa. Vasemman puoleisessa kuvassa väestö on allokoitu lähimpään laitokseen tieverkkoa pitkin. Toisessa kuvassa tilanteeseen on lisätty kaksi uutta laitosta, jotka sijaitsevat väestön kannalta optimaalisesti. ....	20
Kuva 5. Helsingin väestö 2016 (SeutuCD 2016).....	28
Kuva 6. Helsingin väestö 2040 (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2015).....	29
Kuva 7. Tutkimuksen perusanalyysit ja tulosten esittäminen. ....	33
Kuva 8. Joukkoliikenneskenaariot. ....	36
Kuva 9. Kävelyreitit kartalla tutkielmassa tehdyn luokittelun mukaan. ....	38
Kuva 10. Kuvaus sijainti-allokaatio-analyysien työvaiheista, joka toteutettiin jokaiselle liikuntapaikalle erikseen. ....	40
Kuva 11. Kuvaus saavutettavuusanalyysien työvaiheista.....	42
Kuva 12. Liikuntapuistojen optimaaliset sijainnit.....	44
Kuva 13. Matka-aika lähimpään liikuntapuistoon kumulatiivisella väestömäärällä kävellen nykytilanteessa ja eri skenaarioissa.....	45
Kuva 14. Matka-aika minuutteina kävellen vuoden 2040 asuuiltal alueilta lähimpään liikuntapuistoon.....	46
Kuva 15. Matka-aika minuutteina kävellen vuoden 2040 asuuiltal alueita lähimpään liikuntapuistoon. Mukana nykyisten liikuntapaikkojen lisäksi optimoidut ja suunnittelut sijainnit. ....	46
Kuva 16. Matka-aika lähimpään liikuntapuistoon kumulatiivisella väestömäärällä joukkoliikenteellä nykytilanteessa ja eri skenaarioissa. ....	47
Kuva 17. Matka-aika minuutteina joukkoliikenteellä vuoden 2040 asuuiltal alueilta lähimpään liikuntapuistoon. ....	48
Kuva 18. Matka-aika minuutteina joukkoliikenteellä vuoden 2040 asuuiltal alueita lähimpään liikuntapuistoon. Mukana nykyisten liikuntapaikkojen lisäksi optimoidut ja suunnittelut sijainnit. ....	48
Kuva 19. Matka-aika lähimpään liikuntapuistoon kumulatiivisella väestömäärällä autolla nykytilanteessa ja eri skenaarioissa.....	49
Kuva 20. Liikuntasaliin optimaaliset sijainnit vuodelle 2040.....	50
Kuva 21. Matka-aika lähimpään liikuntasaliin kumulatiivisella väestömäärällä kävellen nykytilanteessa ja eri skenaarioissa.....	51
Kuva 22. Matka-aika minuutteina kävellen vuoden 2040 asuuiltal alueilta lähimpään liikuntasaliin. ....	52
Kuva 23. Matka-aika minuutteina kävellen vuoden 2040 asuuiltal alueita lähimpään liikuntasaliin. Mukana nykyisten liikuntapaikkojen lisäksi optimoidut ja suunnittelut sijainnit. ....	52
Kuva 24. Matka-aika lähimpään liikuntasaliin kumulatiivisella väestömäärällä joukkoliikenteellä nykytilanteessa ja eri skenaarioissa.....	53
Kuva 25. Matka-aika minuutteina joukkoliikenteellä vuoden 2040 asuuiltal alueilta lähimpään liikuntasaliin. ....	54
Kuva 26. Matka-aika minuutteina joukkoliikenteellä vuoden 2040 asuuiltal alueita lähimpään liikuntasaliin. Mukana nykyisten liikuntapaikkojen lisäksi optimoidut ja suunnittelut sijainnit. ....	54

Kuva 27. Matka-aika lähimpään liikuntasaliin kumulatiivisella väestömäärällä autolla nykytilanteessa ja eri skenaarioissa.....	55
Kuva 28. Lähiliikuntapaikkojen optimaaliset sijainnit.....	56
Kuva 29. Matka-aika lähimmälle lähiliikuntapaikalle kumulatiivisella väestömäärällä kävellen nykytilanteessa ja eri skenaarioissa.....	57
Kuva 30. Matka-aika minuutteina kävellen vuoden 2040 asuilla alueilta lähimmälle lähiliikuntapaikalle.....	58
Kuva 31. Matka-aika minuutteina kävellen vuoden 2040 asuilla alueita lähimmälle lähiliikuntapaikalle. Mukana nykyisten liikuntapaikkojen lisäksi optimoidut ja suunnittelut sijainnit. ....	58
Kuva 32. Tekojääkenttien optimaalisimmat sijainnit. ....	59
Kuva 33. Matka-aika lähimmälle tekojääkentälle kumulatiivisella väestömäärällä kävellen nykytilanteessa ja eri skenaarioissa.....	60
Kuva 34. Matka-aika minuutteina kävellen vuoden 2040 asuilla alueilta lähimmälle tekojääkentälle.....	61
Kuva 35. Matka-aika minuutteina kävellen vuoden 2040 asuilla alueita lähimmälle tekojääkentälle. Mukana nykyisten liikuntapaikkojen lisäksi optimoidut ja suunnittelut sijainnit. ....	61
Kuva 36. Matka-aika lähimmälle tekojääkentille kumulatiivisella väestömäärällä kävellen nykytilanteessa ja eri skenaarioissa.....	62
Kuva 37. Matka-aika minuutteina joukkoliikenteellä vuoden 2040 asuilla alueilta lähimmälle tekojääkentälle.....	63
Kuva 38. Matka-aika minuutteina joukkoliikenteellä vuoden 2040 asuilla alueita lähimmälle tekojääkentälle. Mukana nykyisten liikuntapaikkojen lisäksi optimoidut ja suunnittelut sijainnit. ....	63
Kuva 39. Matka-aika lähimmälle tekojääkentille kumulatiivisella väestömäärällä autolla nykytilanteessa ja eri skenaarioissa.....	64
Kuva 40. Uimahallien/maauimaloiden optimaaliset sijainnit.....	65
Kuva 41. Matka-aika lähimmälle uimahalliin/maauimalaan kumulatiivisella väestömäärällä joukkoliikenteellä nykytilanteessa ja eri skenaarioissa.....	66
Kuva 42. Matka-aika minuutteina joukkoliikenteellä vuoden 2040 asuilla alueilta lähimpään uimahalliin/maauimaan.....	67
Kuva 43. Matka-aika minuutteina joukkoliikenteellä vuoden 2040 asuilla alueita uimahalliin/maauimalaan. Mukana nykyisten liikuntapaikkojen lisäksi optimoidut ja suunnittelut sijainnit. ....	67
Kuva 44. Matka-aika lähimpään uimahalliin/maauimalaan kumulatiivisella väestömäärällä autolla nykytilanteessa ja eri skenaarioissa.....	68
Kuva 45. Matka-aika minuutteina autolla vuoden 2040 asuilla alueilta lähimpään uimahalliin/maauimalaan...	69
Kuva 46. Matka-aika minuutteina autolla vuoden 2040 asuilla alueita lähimpään uimahalliin/maauimalaan. Mukana nykyisten liikuntapaikkojen lisäksi optimoidut ja suunnittelut sijainnit. ....	69

## TAULUKOT

Taulukko 1. Tarkasteltavat liikuntapaikat.....	31
Taulukko 2. Skenaariot kävely- ja autosaavutettavuuden tarkasteluihin.....	32
Taulukko 3. Skenaariot joukkoliikennesaavutettavuuden tarkasteluihin.....	32
Taulukko 4. Tutkimusaineistot. ....	35
Taulukko 5. Keskiarvomatka-ajat asuttujen tilastoruutujen ja liikuntapaikkojen välillä eri skenaarioissa.....	43
Taulukko 6. Saavutetut absoluuttiset väestömäärät ja niiden suhteelliset osuudet kävellen lähimpään liikuntapuistoon. ....	45
Taulukko 7. Saavutetut absoluuttiset väestömäärät ja niiden suhteelliset osuudet joukkoliikenteellä lähimpään liikuntapuistoon. ....	47
Taulukko 8. Saavutetut absoluuttiset väestömäärät ja niiden suhteelliset osuudet autolla lähimpään liikuntapuistoon. ....	49
Taulukko 9. Saavutetut absoluuttiset väestömäärät ja niiden suhteelliset osuudet kävellen lähimpään liikuntasaliin. ....	51
Taulukko 10. Saavutetut absoluuttiset väestömäärät ja niiden suhteelliset osuudet joukkoliikenteellä lähimpään liikuntasaliin. ....	53
Taulukko 11. Saavutetut absoluuttiset väestömäärät ja niiden suhteelliset osuudet autolla lähimpään liikuntasaliin. ....	56
Taulukko 12. Saavutetut absoluuttiset väestömäärät ja niiden suhteelliset osuudet kävellen lähimmälle lähiliikuntapaikalle. ....	57
Taulukko 13. Saavutetut absoluuttiset väestömäärät ja niiden suhteelliset osuudet kävellen lähimmälle tekojääkentälle. ....	60
Taulukko 14. Saavutetut absoluuttiset väestömäärät ja niiden suhteelliset osuudet joukkoliikenteellä lähimmälle tekojääkentälle. ....	62
Taulukko 15. Saavutetut absoluuttiset väestömäärät ja niiden suhteelliset osuudet autolla lähimmälle tekojääkentälle. ....	65
Taulukko 16. Saavutetut absoluuttiset väestömäärät ja niiden suhteelliset osuudet joukkoliikenteellä lähimpään uimahalliin/maauimalaan. ....	66
Taulukko 17. Saavutetut absoluuttiset väestömäärät ja niiden suhteelliset osuudet autolla lähimpään uimahalliin/maauimalaan. ....	68

## **LIITTEET**

Liite 1. Tutkittavat liikuntapaikat.....	91
Liite 2. Liikuntapuistojen saavutettavuus autolla.....	96
Liite 3. Liikuntasalien saavutettavuus autolla.....	97
Liite 4. Tekojääkenttien saavutettavuus autolla.....	98
Liite 5. OSM-aineiston luokittelu kävelyreititysaineistoa varten.....	99
Liite 6. Joukkoliikenneskenaarion linjat.....	100

# 1. JOHDANTO

## 1.1. Tutkimuksen lähtökohtia

Saavutettavuudesta (*accessibility*) on tullut keskeinen tutkimuskohde yhdyskuntasuunnittelussa, ja tutkimuksen lisäksi saavutettavuustarkasteluista on tullut osa käytännön suunnittelua (Tulikoura & Jäppinen 2012; Käyhkö 2014). Saavuttavuuden tutkiminen tarjoaa näkökulman, joka yhdistää perinteisesti yhdyskuntasuunnittelussa erillään pidettyjä maankäyttö- ja liikennesuunnittelua (Bertolini et al. 2005). Saavutettavuus vaikuttaa eri toimijoiden sijoittumiseen kaupungeissa ja Loikkasen & Laakson (2016) mukaan sekä yritykset että kotitaloudet ovat valmiita maksamaan hyvästä saavutettavuudesta. Palveluiden saavutettavuus voidaan kokea elinympäristöä kuvaavana laatutekijänä (Rehunen 2012) ja peruspalveluiden huono saavutettavuus nähdään yleisesti arkielämää hankaloittavana asiana (Kohijoki 2013).

Julkisten palveluiden palveluverkkotarkastelut voidaan nähdä kuntapalveluiden kannalta välttämättöminä palveluiden muuttumistarpeiden ja kuntien taloudellisen kestävyyskannalta (Korhonen & Niemi 2016). Saavutettavuus tarjoaa työkalun erilaisille palveluverkkotarkasteluille, joiden kautta on mahdollista arvioida palveluiden kysynnän ja tarjonnan suhdetta alueellisesta näkökulmasta. Palveluverkkotarkasteluissa voidaan keskittyä tutkimaan saavutettavuuden nykytilaa tai etsiä tulevaisuuden tavoitetilaa. Palveluverkkotarkasteluiden osana voidaan etsiä optimaalisia sijainteja uusille palvelupisteille. Sijaintioptimoinnin kautta voidaan vähentää kustannuksia pitkällä aikavälillä ja vaikuttaa toimipisteiden haluttuihin sijainteihin suhteessa asumiseen ja muuhun maankäyttöön (Owen & Daskin 1998).

Saavutettavuuskysymykset ovat nousseet ajankohtaisiksi osana keskustelua yhdyskuntarakenteen muutoksesta, johon liittyy yhdyskuntarakenteen hajautuminen ja uuden monikeskuksisen yhdyskuntarakenteen tulkinta verkostokaupunkina (Alppi & Ylä-Anttila 2007; Lampinen 2015). Alppi & Ylä-Anttilan (2007) mukaan toiminnot hakevat jatkuvasti uusia sijainteja, ja kaupunkien verkostoituessa sijoittumisen logiikka on muuttunut. Yhdyskuntarakenteen hajautuminen ja palveluiden uudelleen sijoittuminen liitetään usein myös keskusteluun kokonaisliikkuvuuden kasvusta ja henkilöautoilun lisääntymisestä (Kanninen et al. 2010; Schulman et al. 2014).

Helsingin yhdyskuntarakenne on muuttunut yhä monikeskuksisemmaksi ja samalla kaupunkialueen väestö on kasvanut ja palvelurakenne on ollut murroksessa (Vaattovaara 2011). Helsinki on Suomen merkittävin kasvukeskus, mikä tekee siitä mielenkiintoisen kohteen pitkä

aikavälin saavutettavuuden tarkasteluun. Helsingin väestömäärän odotetaan kasvavan nykyisestä noin 630 000 asukkaasta jopa noin 708 000-800 000 asukkaaseen ennusteesta riippuen vuoteen 2040 mennessä (Vuori 2017). Väestönkasvun yhteydessä on syytä pohtia, kuinka kaupungin palvelurakennetta tulisi kehittää, jotta palvelut ovat kestävästi saavutettavissa tulevaisuudessa.

Palvelusta riippuen saavutettavuuden merkitys vaihtelee. Julkisten palveluiden kohdalla saavutettavuutta on tutkittu esimerkiksi terveyspalveluiden (esim. Murawski & Church 2009; Hakkarainen 2015) ja paloasemien kannalta (Haanpää 2016). Näiden palveluiden hyvä saavutettavuus voidaan nähdä kriittisenä yhteiskunnan toimivuuden kannalta. Sen sijaan vapaa-aikaan liittyvien palveluiden kuten liikuntapaikkojen tai kirjastojen saavutettavuuden merkitykset liittyvät esimerkiksi elinympäristön koettuun laatuun (Rehunen 2012). Liikuntapaikkojen kohdalla saavutettavuudella on todettu olevan yhteys liikunta-aktiivisuuteen (esim. Humpel et al. 2002; Eriksson et al. 2012) ja näin ollen myös koko kansanterveyteen. Fyysisen aktiivisuuden lisäämisestä on tullut poliittinen tavoite useissa länsimaissa (Humpel 2002; Hoekman et al. 2015). Liikuntapalveluiden saavutettavuuden yhteydessä on keskusteltu niiden tasa-arvoisesta saavutettavuudesta erilaisten väestöryhmien kannalta (Estabrooks et al. 2003; Higgs et al. 2015). Suomessa liikuntapalveluiden tuottaminen kuuluu liikuntalain mukaan kunnan velvollisuuksiin (Finlex 2015).

Pääkaupunkiseudulla on viime vuosina tutkittu esimerkiksi kirjastojen (Salonen et al. 2012) ja päivittäistavarakauppojen (Saarsalmi 2014) saavutettavuutta. Liikuntapaikkojen osalta Mäntyniemi (2015) tutki pro gradu -tutkielmassaan ratsastuksen ja jääkiekkoilun saavutettavuutta pääkaupunkiseudulla. Valtakunnallisesti liikuntapaikkojen saavutettavuutta on tutkittu Oulun yliopistossa LINDA-hankkeessa (Kotavaara & Rusanen 2016). Saavutettavuustutkimukset ovat keskittyneet saavutettavuuden nykytilanteen tarkasteluun. Palveluita suunniteltaessa vuosiksi tai vuosikymmeniksi eteenpäin on kuitenkin tärkeä tutkia, kuinka yhdyskuntarakenteessa tai palveluverkossa tapahtuvat muutokset vaikuttavat pitkällä aikavälillä palveluiden saavutettavuuteen. Hiljattain valmistunut Joona Repon (2017) pro gradu -tutkielma selvitti kirjastojen saavutettavuudessa tapahtuvia muutoksia pitkällä aikavälillä, mikä avasi keskustelua saavutettavuuden tutkimisen menetelmistä ja mahdollisuuksista tulevaisuutta tarkasteltaessa.

Tämän tutkielman tarkoituksena on selvittää liikuntapalveluiden saavutettavuutta paikkatietopohjaisesti pitkällä aikavälillä sekä kartoittaa optimaalisimpia sijainteja uusille liikuntapaikoille tulevaisuuden kannalta. Tutkielman painopiste on vuodessa 2040, jonka perusteella sijaintioptimoinnit ja tulevaisuuden saavutettavuustarkastelut suoritetaan.

Palveluiden saavutettavuus on monitahoinen käsite ja tutkimuskohde, mutta tässä tutkielmassa saavutettavuutta tutkitaan matka-aikaetäisyytenä asutuksen ja liikuntapaikan välillä. Tutkielmassa käytetään Helsingin yliopiston geotieteiden ja maantieteen laitoksen Digital Geography Lab -tutkimushankkeessa kehitettyjä menetelmiä ja työkaluja, jotka soveltuvat pääkaupunkiseudun saavutettavuustarkasteluihin (Toivonen et al. 2014). Käytetyt työkalut mahdollistavat lähtöpisteen ja kohdepisteen välisten kokonaismatkaketjujen laskemisen kävellessä, joukkoliikenteellä ja henkilöautolla. Pro gradu –tutkielma on tehty Helsingin kaupungin liikuntaviraston toimeksiantona.

## **1.2. Tutkimuksen tavoitteet ja työn rakenne**

Tutkielman tavoitteena on määrittää optimaaliset sijainnit uusille liikuntapaikoille, sekä selvittää liikuntapaikkojen saavutettavuudessa tapahtuvia muutoksia pitkällä aikavälillä. Tarkastelu ajankohtana ovat vuodet 2016 ja 2040. Optimaaliset sijainnit määritetään vuoden 2040 väestöennusteen mukaan. Saavutettavuustarkasteluiden kautta selvitetään, kuinka palveluverkon tihentäminen optimoiduilla sijainneilla vaikuttaa saavutettavuuteen. Lisäksi saavutettavuusanalyseissa tutkitaan väestömuutoksen ja joukkoliikenneverkostossa tapahtuvien muutosten vaikutusta saavutettavuuteen pitkällä aikavälillä.

Saavutettavuus- ja sijaintioptimointitarkastelut toteutetaan viidelle eri liikuntapaikkatyypille, jotka ovat liikuntapuistot, liikuntasalit, lähiliikuntapaikat, tekojäähallit ja uimahallit/maauimalat. Liikuntapaikasta riippuen saavutettavuutta tutkitaan joko yhdellä tai usealla kulkumuodolla, jotka ovat henkilöautoilu, kävely ja joukkoliikenne.

Tutkielma rakentuu seuraavien kysymysten ympärille:

- *Millainen on liikuntapaikkojen saavutettavuus matka-ajassa tarkasteltuna nykytilanteessa ja tulevaisuudessa väestön asuinpaikan mukaan?*
- *Kuinka yhdyskuntarakenteessa tapahtuvat muutokset vaikuttavat liikuntapaikkojen saavutettavuuteen?* Tutkimuksessa tarkastellaan Helsingin väestönkasvun vaikutuksia saavutettavuuteen. Lisäksi liikenneverkostossa tapahtuvia muutoksia selvitetään joukkoliikenteen osalta.
- *Kuinka palveluverkossa tapahtuvat muutokset vaikuttavat liikuntapaikkojen saavutettavuuteen väestön kannalta?* Palveluverkon muutoksina tutkitaan sekä jo tiedossa olevien suunniteltujen liikuntapaikkojen että optimoitujen sijaintien vaikutusta saavutettavuuteen.



- *Mitkä ovat optimaalisimpia sijainteja uusille liikuntapaikoille?* Tähän kysymykseen pyritään vastaamaan paikkatietoperusteisesti sijainti-allokaatio-menetelmillä.

Tutkielman aluksi käydään läpi teoreettinen viitekehys, jossa esitellään teoriaa yhdyskuntarakenteen muutoksesta, saavutettavuudesta, palveluverkkojen sijaintioptimoinnista ja liikunnasta (luku 2). Teoriaosuutta seuraa tutkimusalueen kuvaus, jossa kuvataan Helsinkiä tutkimusalueena (luku 3). Seuraavaksi esitellään tutkittavat liikuntapaikat sekä käydään läpi tutkielmassa käytetyt aineistot ja menetelmät (luku 4). Luvussa 5 esitetään tutkimuksen tulokset, joita lopuksi pohditaan esitetyn tutkimuksen taustan kautta luvussa 6.

## **2. TUTKIMUKSEN TAUSTA**

### **2.1. Yhdyskuntarakenne**

#### **2.1.1. Yhdyskuntarakenteen muutokset**

Yhdyskuntarakenteen tutkiminen on ollut merkittävässä roolissa jo pitkään muun muassa kaupunkisuunnittelussa, aluetieteissä ja talousmaantieteessä (Meijers 2007: 70). Ympäristöministeriön (2013) määritelmän mukaan yhdyskuntarakenteella tarkoitetaan työssäkäyntialueen, kaupunkiseudun tai kaupungin sisäistä rakennetta, joka sisältää muun muassa väestön, työpaikkojen, palveluiden ja vapaa-ajan alueiden sijoittumisen ja keskinäisen suhteen yhdessä niitä yhdistävien liikenneväylien ja teknisen huollon verkostojen kanssa.

Yhdyskuntarakenteen hajautuminen on ollut tyypillistä länsimaisille kaupungeille viime vuosikymmeninä (EEA 2006). Eurooppalaisissa kaupungeissa hajautumiskehitys on ollut nähtävissä 1960-luvulta eteenpäin (Meijers & Romein 2003). Yhdyskuntarakenteen hajautumiskehitys voidaan nähdä muun muassa perinteisen keskustan ulkopuolella sijaitsevien asuinalueiden kehittymisenä uusiksi urbaaneiksi keskuksiksi asumiselle, työpaikoille ja vapaa-ajan palveluille ja erityisesti liikenteellisesti hyvin saavutettavien alueiden kasvamisena työpaikka-alueiksi (Meijers & Romein 2003; Schulman et al. 2014: 19). Kehityksen myötä perinteinen jako keskustan ja esikaupungin välillä on hämärtynyt useilla kaupunkiseuduilla (Meijers & Romein 2003). Hajautumisen taustalla ovat vaikuttaneet kaupunkiseutujen väestönkasvu sekä muutokset asumispreferensseissä, joihin liittyvät taloudellinen kasvu ja kotitalouksien vaurastuminen (EEA 2006; Lampinen 2015) Nämä tekijät ovat vaikuttaneet asumisväljyyden kasvuun ja näin ollen yhdyskuntarakenteen hajautumiseen (Lampinen 2015).

Yhdyskuntarakenteen hajautumiseen liitetään usein negatiivisia seurauksia, joihin eurooppalaisessa kontekstissa liittyy esimerkiksi ympäristöongelmien kasvu (EEA 2006). Palveluiden kannalta yhdyskuntarakenteen hajautuminen näyttäytyy niiden uudenlaisena

sijoittumisena kaupunkiseudulla. Asiakassuuntautuneilla sektoreilla toimipaikat ovat hajautuneet asiakkaiden sijoittumisen mukaan, jolloin asutuksen hajautuminen johtaa myös palveluverkon hajautumiseen (Loikkanen & Laakso 2016). Palveluiden hajautumiskehityksessä nostetaan usein esille etenkin kaupan suuryksiköt, jotka ovat liikenneverkon muuttuessa hakeutuneet yhä voimakkaammin autosaavutettavuutta tukeviin sijainteihin (Alppi & Ylä-Anttila 2007).

Palveluiden ja muiden kaupungin toimintojen sijoittumisella on keskeinen vaikutus asukkaiden liikkumistarpeeseen ja kulkumuotojen valintaan (Schulman et al. 2014). Yhdyskuntarakenteen hajautuminen on johtanut kokonaisliikkuvuuden kasvuun sekä samalla autoilun lisääntymiseen (Kanninen et al. 2010; Schulman et al. 2014). Yhdyskuntarakenteen hajautuessa ja autoilun lisääntyessä onkin keskusteltu siitä, millaista on kestävä kaupunkirakenne. Vaikka tutkijat eivät olekaan Salosen (2014: 19) mukaan olleet olleet yksimielisiä siitä, millaista kestävä kaupunkirakenne on, niin usein on kuitenkin huomattu että tiivis kaupunkirakenne, jossa palvelut ja työpaikat sijoittuvat lähelle asumista, edistää kestävien kulkumuotojen valintaa (Salonen 2014: 19; EEA 2006).

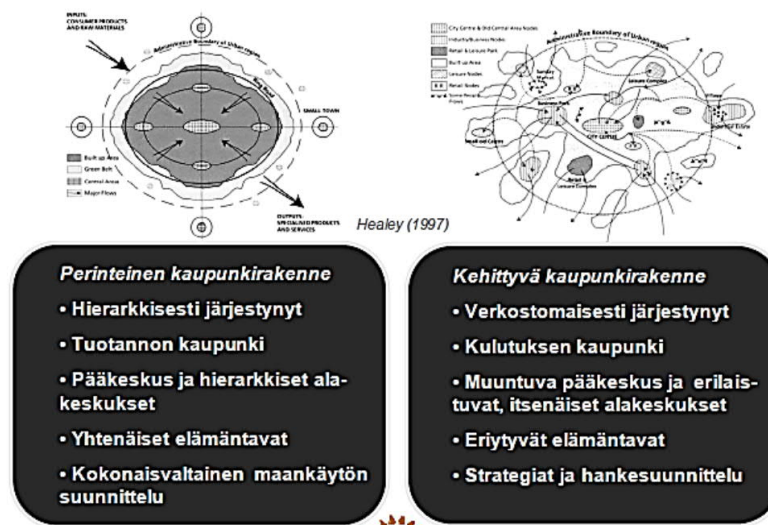
Yhdyskuntarakenteen hajautumiseen ja toimintojen uudelleen sijoittumiseen liittyy huoli palveluiden tasa-arvoisen saavutettavuuden toteutumisesta. Kaupan palveluverkkoja koskevissa kansainvälisissä tutkimuksissa on huomattu, että kaupan rakennemuutoksen seurauksena joidenkin asuinalueiden päivittäistavarakaupan palvelut ovat heikentyneet merkittävästi tai kadonneet kokonaan (Wrigley 2002; Kohijoki 2013). Salosen et al. (2012) tutkimuksessa selvitettiin henkilöautoilun ja joukkoliikenteen matka-aikoja asutuista tilastoruuduista pääkaupunkiseudun kauppakeskuksiin. Tutkimuksesta selvisi, että henkilöautolla liikkuva saavuttaa kaupunkien reunamilla sijaitsevat kauppakeskukset joukkoliikenteen käyttäjää paremmin, jolloin kaupan palveluverkon voidaan nähdä kehittyneen erityisesti henkilöautolla liikkuvaa suosivaksi.

### **2.1.2. Verkostokaupunkitulkinnat**

Alpin & Ylä-Anttilan (2007) mukaan kaupunkisuunnittelun ja -tutkimuksen parissa verkostonäkökulma on viime vuosina kehittynyt osana laajempaa kaupunkien kehitystä koskevaa keskustelua. Kaupunkirakenteen hajautuminen ja seutuistuminen on johtanut siihen, että kaupunkirakenteen muutoksista on alettu havaitsemaan uusia järjestyksenmuotoja, joita usein kutsuttu monikeskuksisen kaupungin tai verkostokaupungin nimillä (Alppi & Ylä-Anttila 2007). Koska kaupunkien rakenne on jatkuvassa muutoksessa, niitä ei ole mielekästä tarkastella perinteisen kaupunkisuunnittelun keinoin toiminnallisesti pysyvinä kokonaisuuksina. Sen sijaan

niitä tulee tarkastella vuorovaikutteisten systeemien kokonaisuutena, jossa eri verkostotasot vaikuttavat suhteessa toisiinsa. (Alppi & Ylä-Anttila 2007; Dupuy 2008: 19)

Verkostokaupunkikeskustelu on syntynyt vastauksena perinteistä hierarkkista kaupunkirakennetta koskeneeseen kritiikkiin. Perinteistä kaupunkirakennetta kuvataan usein hierarkkisesti järjestäytyneeksi kaupungiksi, jossa on selkeä pääkeskus ja hierarkkiset alakeskukset ja kaupunkilaisten elämää määrittävät yhtenäiset elämäntavat (Alppi 2011). Perinteisen kaupunkirakenteen edustajana tunnetaan esimerkiksi Christallerin keskuspaikkateoria, jonka mukaan suuremmat keskukset hallitsevat hierarkiassa pienempiä (Meijers 2007: 72). 1990-luvun alkupuolella käsitys hierarkkista ja perinteisestä kaupunkirakenteesta alkoi kuitenkin murtua, ja kaupunkirakennetta alettiin kuvata monikeskuksisena, jossa kaupunkirakenne muodostui useista toiminallisesti erikoistuneista palvelu, työpaikka ja vapaa-ajan alueista (Meijers 2007). Keskeistä uuden kaupunkirakenteen määrittelyssä oli myös siihen liitetty liikkuvuus erilaisten keskuksien välillä (Ylä-Anttila 2010: 30). Alppi (2011) on kuvannut perinteisen ja kehittyvän sekä verkostomaisesti järjestäytyneen kaupunkirakenteen eroja kuvassa 1. Lampisen (2015) mukaan monikeskuksinen kaupunkirakenne synnyttää monimutkaisia vuorovaikutussuhteita keskusten välille, ja tällaisessa kaupungissa saavutettavuus nousee tärkeäksi tekijäksi.

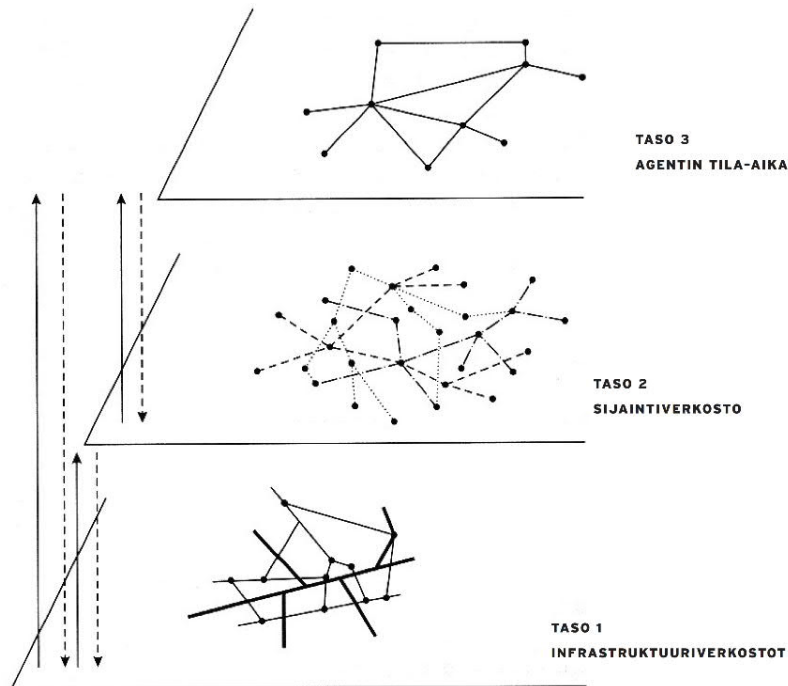


Kuva 1. Perinteinen ja kehittyvä kaupunkirakenne (Kuvan lähde: Alppi 2011: 3).

Nykyaikaisen verkostoajattelun yksi tunnetuimpia edustajia on Manuel Castells (2010), joka kuvaa koko yhteiskuntamme järjestäytymistä verkostomaisesti nykyisellä informaatioteknologian aikakaudella. Verkostomaista kaupunkia kuvataan usein rakenteena, joka koostuu toimintojen tihentymistä eli noodeista, sekä niitä yhdistävistä linkeistä, joita pitkin ihmiset, tavarat ja informaatio liikkuvat (esim. Alppi & Ylä-Anttila 2007). Kaupunkisuunnittelun kannalta verkostomainen lähestymistapa korostaa kytkentöjä ja linkkejä sen sijaan, että se keskittyisi tarkastelemaan kaupunkien maankäyttöä ja alueita (Dupuy 2008: 19). Ylä-Anttilan (2010: 67) mukaan verkostoajattelun suosio perustuu siihen, että siinä ei tutkita osia vaan kokonaisiä järjestelmiä, osien välisiä suhteita ja osien suhteita kokonaisuuteen.

Verkostokaupungin synnyssä olennaista on erilaisten toimintojen kuten palveluiden uudelleen sijoittuminen kaupunkiseudulla. Alpin & Ylä-Anttilan (2007) mukaan kaupunkien eri toiminnot hakevat jatkuvasti uusia sijainteja, ja kaupunkien verkostoitua sijoittumisen logiikka on muuttunut. Parasta sijaintia etsitään suhteessa muihin toimijoihin tai asiakkaisiin, mutta myös huomioiden pysyvämpi kaupunkirakenne kuten liikenneverkko sekä asuin- ja työpaikka-alueet (Alppi & Ylä-Anttila 2007).

Yksi tapa lähestyä verkostokaupunkeja on Dupuyn (2008) verkostostruktuurinäkökulma, jossa kaupungin verkostoja määritetään kolmen eri tason kautta (kuva 2). Ylä-Anttilan (2010) mukaan Dupuyn näkökulma verkostoihin on esimerkki sosioteknisestä verkostoajattelusta, jossa teknistä verkostoa tutkitaan käyttäjien ja yhteiskunnallisten olosuhteiden kannalta. Ensimmäinen taso koostuu fyysisestä verkostosta, johon sisältyy muun muassa liikenneverkko ja joukkoliikenneyhteydet sekä muu infrastruktuuri, joka mahdollistaa kaupungin toiminnan. Toinen taso koostuu sijaintiverkostosta, johon sisältyy kaupungin eri toimintojen, kuten asumisen ja työpaikkojen sekä tuotantolaitosten, jakelukeskusten ja palveluiden sijainnit. Kolmannella tasolla kuvataan yksittäisten toimijoiden toimintaa verkostossa kahdella edellisellä tasolla (Dupuy 2008: 47).



Kuva 2. Dupuy'n verkostostruktuurinäkökulma Alpin & Ylä-anttilan (2007) muokkaamana.

### 2.1.3. Palveluverkko yhdyskuntarakenteen osana

Palvelut ovat osa yhdyskuntarakennetta, jonka ne muodostavat yhdessä asutuksen, työpaikkojen ja liikenneinfrastruktuurin kanssa (Kytö 2012; Ympäristöministeriö 2013). Palvelut voivat olla yksityisten yritysten, julkisten toimijoiden tai kolmannen sektorin tuottamia. Julkisen ja yksityisen palvelun erona nähdään muun muassa palvelutuotannon rahoitus. Yksityiset palvelut rahoitetaan pääsääntöisesti asiakkailta saatavilla maksutuloilla ja julkiset palvelut muun muassa verotuloilla. Julkisten ja yksityisten palveluiden erona pidetään joskus myös markkinoiden olemassaoloa. Yksityisiä palveluita tarjotaan markkinoilla, ja toimivilla markkinoilla yritykset kilpailevat keskenään, ja vastaavasti tämän ajattelun mukaan julkisilla palveluilla ei voisi olla markkinoita. Todellisuudessa jako ei kuitenkaan ole näin yksinkertainen. (Hallipelto 2008)

Palveluiden suunnittelun yhteydessä puhutaan usein palveluverkkosuunnittelusta. Palveluverkkosuunnittelulla tarkoitetaan palvelun tarpeista lähtevää monialaista tarkastelua, jossa tarkastelu kohdistuu esimerkiksi palveluiden tarpeeseen sekä niiden kehittymiseen, yhdyskuntarakenteeseen, toimitilaratkaisuihin sekä kunnan talouteen. Kuntapalveluiden jatkuva tarkastelu ja kehittäminen voidaan nähdä välttämättömänä palveluiden muuttumistarpeiden ja kuntien taloudellisen kestävyuden näkökulmista. (Korhonen & Niemi 2016)

Suomalaisen hyvinvointiyhteiskunnan fyysisen palveluverkon suunnittelu ja kehittäminen pohjautui 1960- ja 1970-luvuilla keskus- ja vaikutusalueeteoreettiseen ajatteluun (Kytö 2012). Tämän ajattelun perustana toimi etenkin Mauri Palomäen väitöskirja vuodelta 1963, jonka kautta keskuspaikat ja vaikutusalueet yleistyivät aluesuunnittelussa ja -tutkimuksessa. Väitöskirjassaan Palomäki luokitteli keskuksat eri toiminnan aloilla keskustusten sisältämien palveluiden perusteella. Keskus- ja vaikutusalueiden tutkimus alkoi kuitenkin hiipua 1980-luvun lopulla, sillä kriitikoiden mukaan hierarkkinen aluejärjestelmä ei pystynyt vastaamaan kansainvälistyvän, verkottuvan ja erikoistuvan tietoyhteiskunnan kehitykseen. 1990-luvun taitteessa aluetieteessä siirryttiin kohti verkostonäkökulmaa, jolloin etenkin Perttu Vartiainen kaupunkien ja kaupunkiseutujen välisten verkostojen kuvaukset vakiintuivat osaksi keskustelua. (Mikkonen 2009). Hiipumisesta huolimatta sijainti- ja vaikutusalueetarkasteluja tehdään edelleen etenkin kaupunkiseutuihin liittyen maakuntakaavoituksessa (Ylä-Anttila 2010: 131).

Kytön (2012) mukaan muuttuva väestörakenne ja maan sisäinen muuttoliike muokkaavat alueellisia palvelutarpeita tulevaisuudessa ja nämä muutokset tulisi huomioida etenkin lähipalveluiden suunnittelussa. Kunnissa, joissa väestö kasvaa, tulisi uusien asuinalueiden palveluiden riittävyteen ja sijoittumiseen kiinnittää kaavoituksessa erityistä huomioita. Todellisia ongelmia lähipalveluiden saavuttavuudessa on kuitenkin taantuviissa kunnissa, joissa palveluiden harveneminen pidentää asiointimatkoja. (Kytö 2012)

Saavutettavuudesta on tullut keskeinen osa kuntien ja maakuntien fyysistä palveluverkkoa koskevaa suunnittelua ja kehittämistä. Esimerkiksi Rehunen et al. (2012: 111) ovat tutkineet maaseudun palveluiden palveluverkkoa, ja he toteavat, että saavutettavuustarkastelujen avulla on mahdollista tunnistaa alueellisia eroja ja arvioida palveluverkon muutosten vaikutuksia. Helsingin yleiskaavan pohjalle toteutettiin myös erilaisia palveluverkkojen arviointeja saavutettavuuden näkökulmasta (Tulikoura & Jäppinen 2012; Käyhkö 2014).

## **2.2. Saavutettavuus**

### **2.2.1. Saavutettavuuden merkitys ja määritelmä**

Maankäyttö ja liikennejärjestelmä ovat riippuvaisia toisistaan ja ne ovat kehittyneet tiukassa vuorovaikutuksessa toisiinsa nähden (Laakso 2012; Schulman et al. 2014). Toisaalta liikenneväylät parantavat saavutettavuutta ja toisaalta kaupungin kasvu lisää liikenneväylien kysyntää (Laakso 2012). Kaupunkitutkija Seppo Laakso (2012) kuvailee hyvän saavutettavuuden olevan edellytys tavaroiden, palveluiden ja työvoiman liikkumiselle alueiden välillä ja sen myötä sillä on myös keskeinen vaikutus alueiden väliselle kaupalle, erikoistumiselle ja muuttoliikkeille. Sekä yritykset että kotitaloudet ovat valmiita maksamaan hyvästä saavutettavuudesta, jolloin saavutettavuuden parantuminen nostaa maan hintaa ja luo näin kysyntää tehokkaammalle rakentamiselle (Loikkanen & Laakso 2016). Erilaisten toimijoiden saavutettavuuden parantamisesta on tullut useassa länsimaassa poliittisesti merkittävä tavoite, jota edistääkseen ihmisten liikkumismahdollisuuksia on parannettu esimerkiksi liikenneinfrastruktuuria kehittämällä (Farrington & Farrington 2005).

Saavutettavuudesta on tullut keskeinen käsite ja tutkimuskohde useilla tieteenaloilla, mutta käsitteen määrittäminen ei ole ollut yksiselitteistä. Hansenin (1959) tunnetussa määritelmässä saavutettavuus nähdään vuorovaikutuksen mahdollisuuksien kautta. Bertolini et al. (2005) määrittelee saavutettavuuden käsitteen tietyssä ajassa tai kustannuksessa saavutettavien paikkojen määränä tai monimuotoisuutena. Yhdyskuntasuunnittelussa saavutettavuudella voidaan tarkoittaa yksinkertaisesti alueiden liikenteelliseen etäisyyttä (Laakso 2012).

Geurs & van Wee (2004) avaavat saavutettavuuden käsitettä pilkkomalla sen neljään ulottuvuuteen, jotka ovat maankäyttö-, liikenne-, aika- ja yksilö:

1. *Maankäyttöulottuvuus* kuvaa saavutettavuutta maankäytön näkökulmasta, jolloin saavutettavuutta tutkitaan toimintojen (esim. työpaikka, vapaa-ajan kohde) alueellisena jakaumana, lukumääränä sekä laatuna. Lisäksi tarkastellussa huomioidaan näiden kohteiden kysyntä esimerkiksi asukkaiden sijaintien mukaan, sekä toimijoiden välinen mahdollinen kilpailu.
2. *Liikenneulottuvuus* kuvaa saavutettavuutta liikennejärjestelmän näkökulmasta, jolloin kuvataan yksilöiden ja kohteiden välisiä liikenneyhteyksiä matka-ajan, kustannusten ja vaivannäön (esimerkiksi mukavuus, onnettomuusriskit) kautta erilaisilla kulkumuodoilla.
3. *Aika-ulottuvuus* kuvaa kohteiden saavutettavuutta eri ajankohtina sekä yksilön aikatauluihin liittyvää mahdollisuutta osallistua aktiviteetteihin.

4. *Yksilöulottuvuus* kuvaa yksilöiden tarpeita (kuten ikä, tulotaso, koulutusaste jne.), kykyjä (fyysinen kunto, kulkumuotojen saatavuus) ja mahdollisuuksia (esimerkiksi matkustamiseen käytettävissä oleva varallisuus) liittyen saavutettavuuteen.

Saavutettavuus (*accessibility*) ja liikkuvuus (*mobility*) liittyvät keskeisesti toisiinsa, mutta on tärkeä huomioida näiden käsitteiden välinen ero. Liikkuvuuden käsite on saavutettavuuden tapaan määriteltävissä eri tavoin. Usein liikkuvuus nähdään toteutuneena liikkumisena kun taas saavutettavuus kuvaa mahdollisuutta liikkumiseen (Salonen 2014). Liikkuvuus nähdään ennen kaikkea liikenneverkoston suoriutumisena, kun taas saavutettavuuteen yhdistyy liikenteen lisäksi myös muu maankäyttö (Curtis & Scheurer 2010).

### **2.2.2. Saavutettavuuden mittaaminen**

Saavutettavuuden mittaamiseen on kehitetty lukuisia mittareita. Geursin & van Ween (2004) mukaan saavutettavuuden mittaamisessa olisi hyvä huomioida eri ulottuvuudet, kuten liikenne, maankäyttö, aika sekä yksilön tarpeet, preferenssit ja kyvyt. Tämä ei kuitenkaan ole käytännössä mahdollista ja näin ollen riippuen tutkimuksen lähtökohdista, tutkimuksessa tulisi huomioida keskeisimmät ulottuvuudet sekä tiedostaa käytetyn mittaustavan heikkoudet (Geurs & van Wee 2004). Saavutettavuusmittarin tulee olla käyttötarkoituksen mukainen. Mittaustavan valinnassa arvostetaan selkeyttä ja ymmärrettävyyttä, jotta se on myös yksiselitteinen maankäytön päätöksentekoprosesseihin osallistujille (Bertolini et al. 2005).

Geurs & van Wee (2004) ovat jakaneet saavutettavuudenmittarit neljään osaan:

1. *Infrastruktuuriperusteiset* mittarit analysoivat liikenneinfrastruktuurin suorituskykyä tai palvelutasoa. Nämä mittarit ovat suosittuja liikennesuunnittelussa.
2. *Sijaintiperusteiset* mittarit keskittyvät mittaamaan saavutettavuutta sijaintien (esim. palveluiden, väestön) alueellisen jakautumisen kautta. Mittarit mittaavat saavutettavuutta alueellisesti jakautuneisiin aktiviteetteihin, jolloin selvitetään esimerkiksi kynnysarvojen sisälle kasautuvia palveluita. Tämä tapa mitata saavutettavuutta on usein kaupunkisuunnittelijoiden ja maantietelijöiden käyttämä.
3. *Yksilöperusteiset* mittarit analysoivat saavutettavuutta yksilön näkökulmasta esimerkiksi selvittäen yksilön mahdollisuuksia aktiviteetteihin annetussa matka-ajassa.
4. *Hyötyperusteiset* mittarit analysoivat yksilön saavuttamia hyötyjä saavutettujen aktiviteettien kautta. Saavutetut hyödyt ovat usein taloudellisia.

Saavutettavuutta voidaan mitata lähtöpisteen ja kohdepisteen välisen impedanssin kautta, joka mittaa matkan kustannusta esimerkiksi fyysisen etäisyyden, ajan tai hinnan mukaan (Curtis &



Scheurer 2010). Yksinkertaisin tapa mitata etäisyyttä on käyttää euklidista etäisyyttä, mutta usein etäisyyttä mitataan kuitenkin tieverkkoa pitkin, jolloin etäisyys vastaa paremmin todellisuudessa kuljettua matkaa. Fyysistä etäisyyttä parempana mittarina pidetään usein matka-aikaa, joka ennustaa paremmin reitin valintaa erityisesti auton ja joukkoliikenteen käyttäjille (Curtis & Scheurer 2010). Perinteisesti matka-aikoja tai etäisyyttä on mitattu autoilijan tieverkostoa pitkin, jossa hyödynnetään tietoa teiden geometriasta ja nopeusrajoituksista (esim. Kohijoki 2013). Etäisyyden mittaaminen joukkoliikenteellä, kävellen ja pyöräillen on kuitenkin lisääntynyt viime vuosina (Iacono et al. 2010; Mavoa et al. 2012; Toivonen et al. 2014). Matka-aikojen tutkiminen eri kulkumuodoilla mahdollistaa sen, että voidaan vertailla sitä, kuinka mahdollisuus käyttää eri kulkumuotoja vaikuttaa saavutettavuuteen (Salonen et al. 2012).

Saavutettavuutta tutkittaessa matkan kesto voidaan määrittää eri tavoin. Matkan kestossa voidaan huomioida ainoastaan kulkuneuvossa käytetty aika (*Kerb-to-kerb*). Sen sijaan ”ovelta ovelle” (*door-to-door*) lähestyminen huomio kokonaismatkaketjun kulkutavasta riippuen, esimerkiksi kulkuneuvossa käytetyn ajan lisäksi joukkoliikennemittauksissa huomioidaan pysäkillä odottelut ja autoilussa pysäköintiajat. (Curtis & Scheurer 2010) Matka-aikojen laskenta ”ovelta ovelle” antaa paremmin todellisuutta vastaavan kuvan verrattuna pelkän ajoajan huomioimiseen (Salonen et al. 2016). Lisäksi tarkkojen kulkuvälinetietojen kautta matka-ajat on mahdollista muuttaa hiilidioksidiarvoiksi (Salonen et al. 2016), jolloin saavutettavuutta voidaan ympäristökuormituksen näkökulmasta.

Usein saavutettavuusmittarit mittaavat saavutettavuutta tietyssä ajankohtana huomioimatta ajan kuluessa tapahtuvia muutoksia (Geurs & Östh 2016). Näin ollen oletetaan, että todellinen saavutettavuus ei riipu ajankohdasta esimerkiksi kohteiden aukioloajoista tai liikennemuutoksista. Viime aikoina on kuitenkin lisääntynyt saavutettavuustutkimus, joka yhdistää saavutettavuuden ja ajassa tapahtuvat jatkuvat muutokset, kuten ruuhka-ajan vaikutuksen matka-aikoihin (Toivonen et al. 2014; Geurs & Östh 2016).

Saavutettavuusmittareita on useissa tutkimuksissa pyritty jakamaan erilaisiin kategorioihin (esim. Geurs & van Wee 2004; Curtis & Scheurer 2010; Kotavaara & Rusanen 2016), joissa usein esiintyvät seuraavat mittarit: kumuloituvien mahdollisuuksien mittarit, painovoimaan perustuvat mittarit ja hyötyperusteiset mittarit.

*Kumuloituvien mahdollisuuksien mittarit (cumulative opportunities, isochronic measure, proximity distance)* mittaavat mahdollisten toimintojen määrän tietyn matkakustannuksen sisällä, joka voi olla esimerkiksi matka-aika tai etäisyys. Näiden mittareiden mukaan saavutettavuus

paranee, kun mahdollisuuksien määrä kasvaa annetulla matka-ajalla tai etäisyydellä. Saavutettavuuden paranemisen taustalla vaikuttavat esimerkiksi liikkumista helpottavat muutokset liikenneinfrastruktuurissa tai saavutettavien kohteiden lisääntyminen matkakustannuksen sisällä (Geurs & Ritsema van Eck 2001). Menetelmän heikkoutena voidaan pitää sitä, että se ei kykene erottelemaan annettujen matkakustannusvyöhykkeiden sisäisiä eroja. Curtisin & Scheurerin (2010) mukaan käytetyt etäisyysvyöhykkeet ovat lähes poikkeuksetta mielivaltaisia, ellei tarjolla ole tutkimuksia, jotka kuvaavat todellisiin matkoihin perustuvia valintoja yksilön näkökulmasta. Näin ollen vyöhykerajojen valinnalla on suuri merkitys tämän mittarin antamiin tuloksiin. Mittarin heikkoutena pidetään myös sitä, että kaikkia kohteita pidetään yhtälailla houkuttelevina, vaikka näin ei todellisuudessa ole (Geurs & Ritsema van Eck 2001). Toisaalta mittaustavan vahvuutena pidetään sitä, että se on suhteellisen helposti ymmärrettävä ja yksinkertainen (Geurs & Ritsema van Eck 2001).

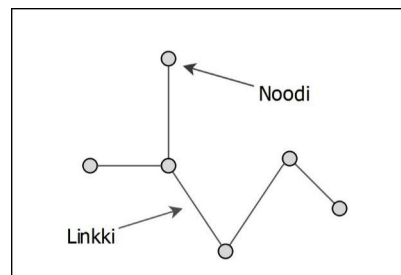
*Potentiaalisen saavutettavuuden mittareiden*, joita kutsutaan myös painovoimaperusteisiksi mittareiksi, alkuperäinen kehittäjä on Hansen (1959), joka kehitti Newtonin vetovoimalakia muistuttavan saavutettavuusfunktion. Mallien perusidea pohjautuu Newtonin painovoimalakiin, mikä tarkoittaa sitä, että saavutettavien kohteiden massan ja etäisyyden ajatellaan määrittävän kohteiden välisen vetovoiman suuruuden. Yksi esimerkki painovoimamallista on Huffin (1963) kehittämä malli, jonka avulla on mahdollista määrittää palveluiden vaikutusalueita. Kotavaara & Rusanen (2016) selvittivät uimahallien vaikutusalueita Huffin mallilla, jossa he käyttivät vetovoimatekijänä allaspinta-alaa. Potentiaalisen saavutettavuuden mittareita pidetään kumuloituvien mahdollisuuksien mittareita parempina kuvaamaan matkustamisen resistanssia, mutta toisaalta niitä pidetään vaikeaselkoisimpina (Curtis & Scheurer 2010).

*Hyötyperusteiset mittarit* mittaavat yksilön tai yhteisön saavutettavuuden kautta ansaitsemia hyötyjä, jotka voivat olla esimerkiksi taloudellisia tai sosiaalisia (Geurs & Ritsema van Eck 2001; Curtis & Scheurer 2010). Hyötyperusteisten mittareiden etuna on niiden kyky selittää yksilön saavutettavuutta verrattuna perinteisiin mittareihin, jotka olettavat, että kaikilla samassa sijainnissa olevilla yksilöillä on sama saavutettavuus eri kohteisiin. Mittareiden heikkoutena voidaan kuitenkin pitää niiden vaikeaa tulkittavuutta sekä usein perustumista kuluttajien käytöstä selittäviin suhteellisen monimutkaisiin malleihin. (Geurs & Ritsema van Eck 2001)

### 2.2.3. Verkostanalyysit paikkatieto-ohjelmistoilla

Perinteiset saavutettavuuden mallit ja mittarit kehitettiin jo ennen nykyaikaista digitaalista kartografista aikaa, mutta paikkatieto-ohjelmien työkalujen ja digitaalisen datan puute vaikutti olennaisesti mahdollisuuksiin tehdä analyyseja (Kwan & Weber 2003). Viimeisten vuosikymmenten aikana paikkatieto-ohjelmien käyttö on kuitenkin lisääntynyt ja saavutettavuutta on tutkittu runsaasti niitä hyödyntäen (esim. Kwan & Weber 2003; Liu & Zhu 2004; Curtis & Scheurer 2010; Higgs et al. 2015) Yhtäläillä sijainti-allokaatio-analyysit ovat hyötäneet paikkatietomenetelmien kehittymisestä (esim. Ribeiro & Antunes 2002; Jochen 2007).

Paikkatietomenetelmät soveltuvat hyvin erilaisten saavutettavuus ja sijainti-allokaatio-analyysien tekoon niiden maantieteellisen luonteen vuoksi (Ribeiro & Antunes 2002). Paikkatieto-ohjelmilla tehtävät saavutettavuus- ja sijainti-allokaatio-analyysit liittyvät olennaisesti erilaisiin verkostanalyyseihin, jotka pohjautuvat graafiteoriaan. Graafiteoria on ennen kaikkea matemaattinen tutkimusala, mutta sen teorioita sovelletaan useilla tieteenaloilla. Graafi on symbolinen esitysmuoto verkostosta ja yhteyksistä verkoston elementtien välillä. Graafi muodostuu yksinkertaisimmillaan vertekseistä tai noodeista ja niitä yhdistävistä viivoista eli linkeistä (kuva 3). (Rodrigue & Ducruet 2017) Saavutettavuusanalyyseissa noodit kuvaavat usein teiden risteyksiä ja linkit tieverkoston osia.



Kuva 3. Graafi.

Verkostanalyysihin liittyy saavutettavuuden tutkimisessa merkittävä lyhimmän reitin ratkaisemisen ongelma. Lyhimmän reitin ongelman ratkaisu tarkoittaa reittiä kahden pisteen välillä, jossa kustannukset voidaan minimoida (Church 1999). Yksi käytetyimmistä lyhimmän reitin ratkaisemiseen kehitetyistä algoritmeista on Dijkstran (1959) kehittämä algoritmi. Algoritmi etsii kahden pisteen välisen lyhimmän reitin käymällä läpi jokaisen reittivaihtoehdon, niin että jokaisella kierroksella etsitään aikaisempia kierroksia lyhempää reittiä (Church 1999). Dijkstran algoritmia käytetään paikkotieto-ohjelmien verkostanalyyseissa (ESRI 2017a).

## **2.3. Sijaintioptimointi**

### **2.3.1. Sijaintiteoria**

Sijaintiteoria kuuluu operaatiotutkimuksen kenttään ja se voidaan yksinkertaistaa tutkimusalaksi, joka etsii ratkaisua uusien laitosten sijaintia koskevaan ongelmaan (Revelle & Eiselt 2005; Mladenović et al. 2007). Yksittäisten toimijoiden optimaalisen sijainnin etsiminen on ollut usean tutkijan tavoitteena 1800- ja 1900-luvun taitteesta asti. Tunnetuimpia varhaisia sijaintiteorian kehittäjiä ovat olleet Johann Heinrich von Thünen, Alfred Weber ja Walter Christaller. (Jochen 2007) Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että sijaintiongelman päämäärä liittyy uusien sijoitettavien laitosten sekä muiden elementtien välisiin etäisyyksiin (Mladenović et al. 2007). Yrityksen sijoittumislogiikkaan vaikuttaa keskeisesti toimiala ja siitä riippuen saavutettavuus näyttäytyy eri tavoin. Toimialasta riippuen sijoittumiseen vaikuttaa esimerkiksi asiakassaavutettavuus (esimerkiksi kaupan asiakkaat), kommunikaatiosaavutettavuus (henkilökohtaiset tapaamiset), työmatkasaavutettavuus (asuinpaikkojen ja työpaikkojen väliset suhteet) tai logistiikkaaavutettavuus (tavarakuljetuksiin perustuvat yritykset) (Lönqvist & Laakso 2012).

Von Thünenin malli 1800-luvun alkupuolelta kuvaa erilaisten maataloustuotteiden sijaintivalintoihin vaikuttavia tekijöitä. Mallissa maataloustuotteiden tuotanto sijoittuu vyöhykkeiksi markkinakaupungin ympärille tuotteiden kuljetuskustannuksista riippuen. (Laakso et al. 2002) Sijaintiteorian alulle panijaksi on usein nimetty Alfred Weber, joka julkaisi vuonna 1909 teollisuuden sijaintioptimointia koskevat analyysit (Owen & Daskin 1998). Weberin tarkoituksena oli määrittää teollisuuden tuotantolaitosten optimaalisimmat sijainnit raaka-aineiden ja markkinoiden sijainnit huomioiden. Weberin malli yksinkertaisti sijaintiteorian kolmioon, jossa resurssit, tuotanto ja markkinapaikka olivat edustettuina. Christaller kehitti tätä näkemystä kokonaiseksi vaikutusalueiden verkostoksi. (Jochen 2007) Christallerin keskuspaikkateorian mukaan keskukset, esimerkiksi kaupungit, hallitsevat hierarkiassa alempia alueita tai alakeskuksia. Nämä pienemmät keskukset kuuluvat suuremman keskuksen vaikutusalueeseen, josta keskus kerää asiakkaita ja tuotettuja hyödykkeitä. Keskuksen palvelun kannattavuuden takaa sen tarvitseman väestön määrän ylittyminen vaikutusalueella (Haggett 2001: 431–433) Christallerin keskuspaikkateoria sisältää runsaasti yksinkertaistettuja oletuksia muun muassa kuluttajien käyttäytymisestä ja asukkaiden jakautumisesta vaikutusalueille (Haggett 2001: 433).

Vaikka usein nähdään, että sijaintiteoria kehitettiin jo 1900-luvun alussa muun muassa Weberin teorioiden kautta (Owen & Daskin 1998), niin vasta 1960-luvulla tutkijat kehittivät

matemaattisen ratkaisun, jolla mahdollistettiin Weberin ongelman yleistäminen. Siitä lähtien sijainti-allokaatio-mallinnus on lisääntynyt runsaasti, mihin on vaikuttanut erityisesti teknologian kehitys ja lisääntynyt ymmärrys menetelmien mahdollisuuksista erilaisissa ongelmissa (Jochen 2007).

### 2.3.2. Sijaintiongelmien lähtökohdat

Laitosten sijaintiin liittyvät päätökset voidaan nähdä merkittävänä osana strategista suunnittelua sekä yksityisille että julkisille yrityksille (Owen & Daskin 1998). Laitos (*facility*) on yleisnimitys sijoitettavalle kohteelle, joka voi olla esimerkiksi paloasema, liikuntapaikka tai kauppa. Optimoinnin kautta voidaan vähentää kustannuksia pitkällä aikavälillä ja vaikuttaa toimipisteiden haluttuihin sijainteihin suhteessa asumiseen ja muuhun maankäyttöön (Owen & Daskin 1998). Laitosten parhaan sijainnin määrittämiseen on kehitetty erilaisia menetelmiä, joita sovelletaan riippuen laitoksen toimintatarkoituksesta.

Sijaintien määrittämisen taustalla vaikuttavat analyysin lähtökohdat, jotka määritetään ennen analyysien suorittamista. Eiselt & Laporte (1995) ovat jakaneet nämä viiteen osaan:

- 1) Malleihin annetaan *alueet*, joille uudet laitoksen on mahdollista sijoittaa. Tämä sijaintitieto voidaan määrittää jatkuvana pintana, tai epäjatkovana, jolloin laitokset voidaan sijoittaa vain tiettyihin ennalta määrättyihin pisteisiin. Toisaalta sijaintitietoa on mahdollista rajata määrittämällä alueita, joille laitoksen sijoittaminen ei ole mahdollista.
- 2) Sijaintimalleihin syötetään *sijoitettavien laitosten lukumäärä*. Yksinkertaisimmillaan uusia laitoksia sijoitetaan yksi. Sen sijaan, jos laitoksia sijoitetaan enemmän, on mahdollisesti tarpeen määrittää kuinka asiakkaat kohdistetaan laitoksiin. Tämä on kuitenkin tapauskohtaista ja riippuu laitoksesta. Esimerkiksi kouluja sijoitettaessa päätöksentekijät mahdollisesti päättävät, mihin kouluihin oppilaat sijoitetaan. Tavallisesti asiakas kuitenkin valitsee itse asiointikohteensa.
- 3) Useissa sijainti-allokaatio-malleissa oletetaan, että päätöksentekijä suunnittelee uusia laitoksia tyhjään tilaan, mutta todellisuudessa tilanne on harvoin tällainen. Näin ollen malleihin on usein mahdollista lisätä jo *olemassa olevat laitokset*, jotka huomioidaan ratkaisussa. Olemassa olevat laitokset voivat olla joko kilpailijoita tai päätöksentekijän omia laitoksia.
- 4) Lopulta sijaintien optimointi tarvitsee *pätöksentekijän tavoitteen*, jonka mukaan valitaan käytettävä sijainti-allokointi-menetelmä.

- 5) Usein sijainti-allokaatiomallit huomioivat ratkaisussa *asiakkaat*, joiden mukaan laitoksia sijoitetaan. Asiakkaista tulisi tietää niiden sijoittuminen, jonka lisäksi joihinkin malleihin voi lisätä tietoa asiakkaiden käyttäytymisestä. Käyttäytymisellä tarkoitetaan esimerkiksi sitä, kuinka pitkälle asiakkaat ovat valmiita matkustamaan tuotteen tai palvelun perässä.

Laitosten optimaalisten sijaintien etsimiseen on kehitetty erilaisia ongelmatyyppejä, jotka lähestyvät laitosten sijaintioptimointia erilaisista näkökulmista. Yleisimpiä ongelmatyyppejä ovat mediaaniongelmat, peittävyysongelmat ja keskusongelmat (Owen & Daskin 1998). Mallin valintaan vaikuttaa ennen kaikkea se, että sijoitetaanko julkisia vai yksityisiä laitoksia (Eiselt & Laporte 1995). Palveluverkkojen sijaintioptimointi on tärkeää sekä yksityisille yrityksille että julkisen sektorin palveluille, mutta julkiset ja yksityiset toimijat näkevät kilpailijat ja kuluttajat eri tavoin. Yksityisten palveluiden sijoittumisessa korostuu selkeästi asetettu tavoite, joka voi olla kustannusten pienentäminen tai voiton maksimointi (Rahman & Smith 2000). Rahmanin & Smithin (2000) mukaan julkisten laitosten sijoittumiseen liittyviä tavoitteita on vaikeampi yksinkertaistaa. Julkisten palveluiden sijoittumispreferenssinä korostuu asiakkaiden pääsyn parantaminen laitoksiin (Revelle & Eiselt 2005). Julkisten laitosten sijoittelussa tasa-arvo näkyy siten, että uusien laitosten sijoittelussa huomioidaan usein jopa kaikkein etäisin potentiaalinen käyttäjä (Eiselt & Laporte 1995). Revelle & Eiselt (2005) kuitenkin painottavat, että eroa julkisten ja yksityisten toimijoiden välillä ei pidä ajatella jyrkkänä. Sijainnin ja kustannusten lisäksi ongelmatyyppin valinnassa vaikuttaa myös esimerkiksi se, huomioidaanko laitosten kapasiteetit ratkaisussa (Ribeiro & Antunes 2002). Esimerkiksi uusia sairaaloita sijoitettaessa analyysissa voidaan huomioida vuodepaikkojen enimmäismäärä.

Tulevaisuus voidaan nähdä monella tavalla hyvin epävarmana. Yksi tapa käsitellä tulevaisuuden epävarmuuksia on skenaariosuunnittelu osana sijaintisuunnittelua. Skenaariosuunnittelu tarjoaa joustavuutta strategisten suunnitelmien tekoon. Skenaariosuunnittelun ydinajatuksena on, että yksittäinen pitkäaikavälin ennuste pystyy vain puutteellisesti esittämään tulevaisuuden tapahtumat. Sen sijaan vaihtoehtoisilla skenaarioilla voidaan tunnistaa erilaisia tapahtumia, jotka voivat vaikuttaa tulevaisuuteen, jonka jälkeen suunnittelijalla on mahdollisuus punnita näitä erilaisia vaihtoehtoja. (Ghosh et al. 1995)

Owen & Daskin (1998) korostavat tulevaisuuden huomioimista laitosten sijainnin valitsemisessa sillä valittujen sijaintien tulisi pysyä kannattavina, vaikka ympäristötekijät, väestö tai markkinat muuttuvat. Sijainti-allokaatio analyysissa väestönmuutokset voidaan huomioida analyysissa esimerkiksi painottamalla kysyntäpisteistä tulevaisuuden väestöllä. Kysyntä ei kuitenkaan aina kasva odotetusti vaan siihen se saattaa vaikuttaa odottamattomat

kausittaiset muutokset. Drezner & Wesolowsky (1991) optimoivat sijainteja tilanteessa, jossa kysyntä vaihtelee odottamattomasti.

### 2.3.3. Sijainti-allokaatio-analyysien ongelmatyypit

Sijainti-allokaatio-mallinnus tarkoittaa sijaintiongelmien ratkaisemista kvantitatiivisilla menetelmillä. Sijainti-allokaatio-mallinnuksen avulla voidaan esimerkiksi tutkia ja etsiä ratkaisuja laitosten saavutettavuusongelmiin, vertailla aiempien päätösten laatua tehokkuuden näkökulmasta tai etsiä vaihtoehtoja tehokkaampien palvelujärjestelmien luomiseen. (Rahman & Smith 2000) **P-mediaaniongelma** on yksi sijaintiongelmien perusmalleista ja se on alun perin Hakimmin (1964) kehittämä (Mladenović et al. 2007). P-mediaanimallin tarkoituksena on löytää optimaaliset sijainnit annetulle määrälle (p-määrä) laitoksia, jolloin kysyntäpisteiden keskimääräinen painotettu etäisyys kohdesijainteihin on minimoitu (Church 1999). P-mediaani malli on erityisen soveltuva niissä tapauksissa, joissa kuluttajien saavutettavuuden parantaminen kohteisiin nähdään päätavoitteena, ja joissa voidaan olettaa, että kuluttajat vierailevat heitä lähimpänä olevassa kohteessa (Ghosh et al. 1995).

P-mediaani-mallia ja sen sovelluksia on käytetty optimoitaessa useiden toimintojen sijainteja, kuten esimerkiksi kirjastoja, uimahalleja ja terveyskeskuksia (Rahman & Smith 2000; Ribeiro & Antunes 2002). P-mediaanimalli voidaan esittää esimerkiksi seuraavalla kaavalla (ReVelle & Swain 1970, sit Church 1999):

$$\text{Minimoidaan } Z = \sum_i \sum_j a_i d_{ij} x_{ij}$$

Jossa,

$i$  = kysyntänoodin indeksi,

$p$  = sijoitettavien laitosten lukumäärä,

$j$  = laitoksen potentiaalisten sijaintien indeksi,

$a_i$  = kysynnän määrä noodissa  $i$ ,

$d_{ij}$  = etäisyys kysyntänoodin  $i$  ja laitoksen sijainnin  $j$  välillä,

$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{jos kysyntä } i \text{ osoittaa laitokseen } j \\ 0, & \text{muuten} \end{cases},$

$x_{jj} = \begin{cases} 1, & \text{jos kysyntä } j \text{ allokoituu itseensä eli kohteeseen } j \\ 0, & \text{muuten} \end{cases}$

Mallissa pätevät seuraavat rajoitukset,

Jokainen kysyntäpiste  $i$  tulee allokoida johonkin laitokseen:

$$\sum_j x_{ij} = 1 \text{ kaikille } i$$

Kysyntäpisteiden sijoittumista rajoittaa jo sijoitetut laitokset:

$$x_{ij} \leq x_{jj} \text{ kaikille } i, j, \text{ kun } i \neq j$$

Täsmälleen  $p$ -määrä laitoksia allokoidaan:

$$\sum_j x_{jj} = p$$

Kokonaislukurajoitukset:

$$x_{ij} = 0, 1 \text{ kaikille } i, j$$

Etsittäessä ratkaisua  $p$ -mediaani-ongelmaan jatkuvassa verkostossa, kaikkien mahdollisten ratkaisujen määrittäminen voi olla hyvin vaikeaa. Mahdollisia ratkaisuja voidaan vähentää rajoittamalla potentiaaliset sijainnit uusille laitoksille verkoston noodeihin, jolloin mahdollisten kombinaatioiden määrä voidaan laskea seuraavalla kaavalla, jossa  $N$  on verkoston noodien lukumäärä ja  $P$  sijoitettavien laitosten lukumäärä (Owen & Daskin 1998):

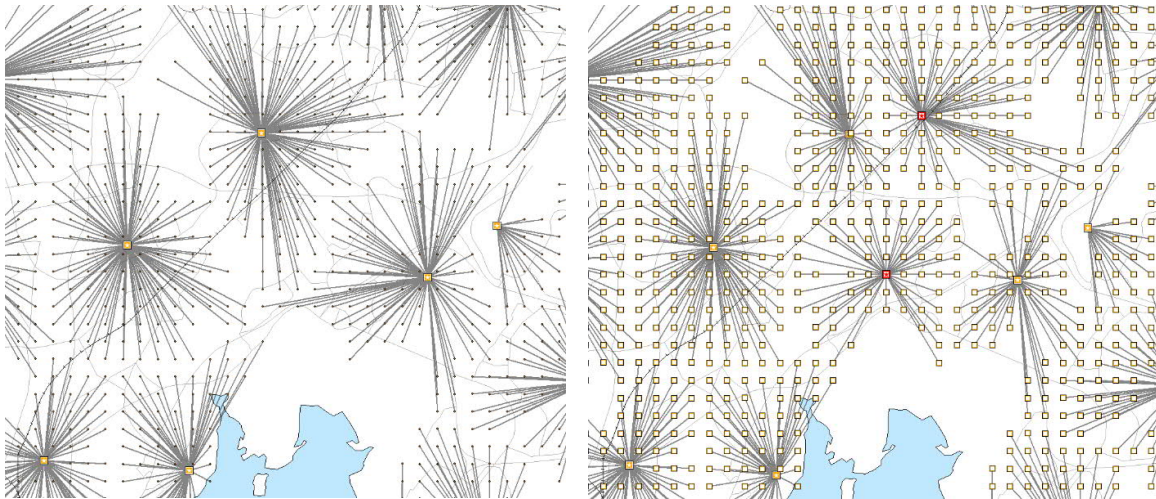
$$\binom{N}{P} = \frac{N!}{P!(N-P)!}$$

Usein kaikkien mahdollisten ratkaisujen etsiminen on mahdotonta.  $P$ -mediaaniongelma, kuten lähes kaikki sijaintiongelmat, luokitellaankin NP-ongelmaksi, jonka vuoksi sitä ratkotaan heuristisilla menetelmillä (Owen & Daskin 1998; Mladenović et al. 2007). NP-ongelma sijainti-allokaatio-analyyseissa tarkoittaa sitä, että ongelman ratkaisu optimaalisilla menetelmillä, joilla käydään läpi kaikki mahdolliset ratkaisut, veisi paljon aikaa ja vaatisi paljon laskentakapasiteettia (Church 1999). Heuristiikkaa käyttämällä optimaaliset sijainnit löydetään nopeasti ratkaisulla, joka on lähes optimaalinen (Mladenović et al. 2007). ArcMap-ohjelmiston sijainti-allokaatio -työkalu käyttää Teitzin & Bartin (1968) kehittämää heuristiikkaa, joka on myös yksi käytetyimmistä heuristisista menetelmistä (Church 1999).

Kuva 4 havainnollistaa ArcMap-ohjelmistolla tehtyä sijainti-allokaatio-analyysia, jossa on käytetty Minimize impedance -työkalua, joka perustuu  $p$ -mediaani ongelman ratkaisemiseen.



Ensimmäisessä kuvassa on esitetty tilanne ennen uusia laitoksia, jossa väestöpisteet on allokoitu matka-ajalta lähimpään laitokseen tieverkkoa pitkin. Toisessa kuvassa tilanteeseen on optimoitu kaksi uutta laitosta väestöpisteitä painottamalla. Ratkaisussa väestöpisteet on annettu mahdollisiksi sijainneiksi uusille laitoksille ja jo olemassa olevat laitokset on huomioitu ratkaisussa.



Kuva 4. Esimerkki sijainti-allokaatio-työkalun toimintaperiaatteesta ArcGIS-ohjelmassa. Vasemman puoleisessa kuvassa väestö on allokoitu lähimpään laitokseen tieverkkoa pitkin. Toisessa kuvassa tilanteeseen on lisätty kaksi uutta laitosta, jotka sijaitsevat väestön kannalta optimaalisesti.

Teknisesti tarkastellen ArcMap-ohjelmiston sijainti-allokaatio-työkalu muodostaa ajon ensimmäisessä vaiheessa kaikkien kysyntäpisteiden ja laitosten välille lyhimmän reitin mukaisen OD-matriisiin (*origin-destination matrix*). Työkalun toisessa vaiheessa muodostetaan Hillsmanin menetelmän mukainen muokattu versio kustannusmatriisista. Lopulta työkalu muodostaa Teitzin ja Bartin –heuristiikan mukaisesti sarjan satunnaistettuja ratkaisuja siihen asti kunnes ratkaisuun ei saavuteta enää parannusta, jolloin palautetaan paras ratkaisu. (ESRI 2017a)

Vaikka p-mediaani mallia on käytetty usein julkisten laitosten sijainnin määrittämiseen, on sen käyttöä myös kritisoitu. Julkisten laitosten sijaintioptimointia väitöskirjassaan tutkinut Yamashita (1995) nostaa esille olemassa olevien sijaintioptimointityökalujen käytön ongelmallisuuden julkisten laitosten kannalta sillä käytetyt mallit eivät määrittele suunnittelijoiden, poliitikkojen tai erilaisten intressiryhmien roolia sijoitteluprosessissa, vaikka he ovat mukana sijoittelua koskevissa päätöksentekoprosesseissa.

P-mediaani mallia on johdettu eteenpäin erilaisten sijaintiongelmien ratkaisemiseksi, joista keskeisin esimerkki on **peittävyysongelma** (*covering problem*). Peittävyysongelma kehitettiin alun perin julkisten laitosten, kuten paloasemien, sijoittamiseen, mutta ongelman mahdollisia

sovelluskohteita on paljon enemmänkin (Ghosh et al. 1995). Perinteisessä p-mediaani mallissa ei ole annettu maksimietäisyyttä kysyntä- ja tarjontapisteen välille, toisinkuin peittävyysongelmien ratkaisemisessa. Tunnetuimpia peittävyysongelmia on Churchin & ReVellen (1974) kehittämä maksimaalisen peittävyyden malli (Maximal covering location problem, MCLP), jossa laitokset pyritään sijoittamaan niin, että maksimaalinen määrä väestöä saavutetaan annetun etäisyyden tai matka-ajan sisällä. Mallia on käytetty erityisesti julkisten laitosten, kuten paloasemien, sijoittelussa, jossa laitosten sijoittumisessa on tärkeää tavoittaa kysyntäpisteet annetussa maksimijassa (Haanpää 2016).

Kuten peittävyysongelmissa niin myös *keskusongelmassa* (*center problems*) peittävyyden parantaminen nousee keskiöön. Keskusongelmissa tarkoituksena on etsiä sijainnit halutulle määrälle laitoksia niin että peittävyysetaisyys on minimoitu. Peittävyysalueen tulee palvella kaikkia kysyntäpisteitä. Keskusongelmia ratkottaessa ei määritetä peittävyysetaisyyttä vaan malli itse määrittää minimaalisen peittävyysetaisyyden laitoksia sijoittaessaan. (Owen & Daskin 1998)

## **2.4. Liikunta**

### **2.4.1. Liikunta-aktiivisuus ja liikuntalaki**

Fyysisellä aktiivisuudella on todettu olevan myönteinen vaikutus mielenterveyteen ja sen on todettu ehkäisevän monia sairauksia (Lee et al. 2012). Näin ollen fyysisen aktiivisuuden lisäämisestä on tullut poliittinen tavoite useissa maissa (Humpel 2002; Hoekman et al. 2015). Jotta väestön kokonaisliikkumista voidaan lisätä, on kuitenkin tärkeä tutkia sitä, mitkä tekijät ovat yhteydessä liikkumismäärään (Humpel 2002; Schipperijn et al. 2013; Hoekman et al. 2015). Korkeaa liikunta-aktiivisuutta heijastelee usein hyvä sosioekonominen asema, kuten koulutus ja tulot (Mäkinen 2010). Näiden yksilöllisten muuttujien lisäksi kiinnostus ihmisten elinympäristöä kohtaan on kasvanut, sillä niihin on mahdollista vaikuttaa kaupunkisuunnittelun ja politiikan kautta (Bedimo-Rung et al. 2005).

Liikuntalaissa säädetään liikunnan ja huippu-urheilun edistämisestä sekä valtionhallinnon ja kunnan vastuusta ja yhteistyöstä, valtion hallintoelimistä ja valtionrahoituksesta liikunnan toimialalla. Liikuntalain tavoitteena on edistää muun muassa eri väestöryhmien mahdollisuuksia liikkua ja harrastaa liikuntaa ja väestönhyvinvointia ja terveyttä. Liikuntalain mukaan kuntien tulee luoda edellytyksiä asukkaiden liikunnalle järjestämällä liikuntapalveluja sekä terveyttä ja hyvinvointia edistävää liikuntaa eri kohderyhmät huomioon ottaen, tukemalla kansalaistoimintaa sekä rakentamalla ja ylläpitämällä liikuntapaikkoja. (Finlex 2015)

#### **2.4.2. Saavutettavuuden merkitys liikuntapaikkaverkostossa**

Useat tutkimukset ovat selvittäneet liikuntapaikkojen saavutettavuutta terveystieteiden näkökulmasta, jolloin on keskitetty etsimään yhteyttä liikunta-aktiivisuuden ja liikuntapaikkojen sijaintien väliltä. Osassa tutkimuksista on löydetty yhteys liikunta-aktiivisuuden ja liikuntapaikkojen saavutettavuuden väliltä (Sallis et al. 1990; Humpel 2002; Eriksson et al. 2012; Karusisi et al. 2013). Liikuntapaikkojen sijaintien lisäksi myös muulla fyysisellä kaupunkiympäristöllä on todettu olevan yhteys liikkumiseen. Tutkimuksissa on huomattu etenkin, että fyysisistä aktiivisuutta edesauttavat hyvät kevyenliikenteenverkot, jotka mahdollistavat liikkumisen kävellen ja pyöräillen (Humpel 2002; McCormack & Shiell 2011).

Toisaalta osa tutkimuksista suhtautuu tuloksiin varauksellisemmin. Tuoreessa hollantilaisessa tutkimuksessa todetaan, että tarvitaan lisätutkimusta väitetystä yhteydestä liikuntapaikkojen läheisyyden ja monipuolisuuden sekä liikuntaan osallistumisen välillä (Hoekman et al. 2015). Helsingissä Mäkelä et al. (2014) vertasivat liikuntapaikkatarjontaa väestön liikunta-aktiivisuuteen 500 x 500 metrin ruuduittain. Tutkimuksessa havaittiin, että Helsingissä on selkeästi korkean ja matalan liikunta-aktiivisuuden alueita, mutta niiden ei nähty olevan suoraan yhteydessä liikuntapaikkojen sijoittumiseen. Tutkijoiden mukaan tulos herättääkin mielenkiintoisia kysymyksiä esimerkiksi väestön sosioekonomisten erojen ja liikuntapalveluiden laadun vaikutuksista tuloksiin (Mäkelä et al. 2014). Korkea liikunta-aktiivisuus ei välttämättä ole seurausta asuinalueen runsaasta liikuntatarjonnasta vaan ihmiset, jotka ovat aktiivisia liikkumaan, hakeutuvat asumaan alueille, joilla on hyvä liikuntapaikkatarjonta (Eriksson et al. 2012).

Liikunta-aktiivisuuden ja liikuntapaikkojen saavutettavuuden välistä yhteyttä on tutkittu tarkemmin lajikohtaisesti. Terveystieteiden ja hyvinvoinninlaitoksen (THL) toteuttaman tutkimuksen mukaan liikuntapaikkojen kodin läheisyydellä ei ollut suoraa yhteyttä vapaa-ajan liikunnan kokonaismäärään, mutta joidenkin suorituspaikkojen ja lajien väliltä yhteys liikunnan määrään löytyi. Yhteys kuitenkin vaihteli sukupuolen ja taajama-asteen mukaan (Valkeinen et al. 2014). Karusisi et al. (2013) tutkimuksessa löydettiin yhteys uimahallien saavutettavuuden ja liikunta-aktiivisuuden väliltä. Sen sijaan muiden tutkittujen liikuntalajien (joukkuepelit, mailapelit ja fitness) osalta yhteyttä ei löytynyt. Osassa tutkimuksista on nostettu esille, että liikuntapaikkojen ja liikunta-aktiivisuuden yhteyttä tutkittaessa tulisi ottaa kodin lisäksi huomioon työpaikkaan ja muihin matkoihin liittyvät liikuntapaikat (Sallis et al. 1990; Eriksson et al. 2012). THL:n toteuttamassa tutkimuksessa todetaankin, että naiset harrastavat liikuntaa riippumatta

liikuntapaikan sijainnista, ja sukupuolieroa voi selittää se, että naiset liikkuvat työmatkan varrella sijaitsevilla liikuntapaikoilla (Valkeinen et al. 2014).

Liikuntapaikkojen sijoittumista ja saavutettavuutta tutkittaessa osa tutkimuksista on kiinnittänyt huomiota erityisesti liikuntapaikkojen tasa-arvoiseen saavutettavuuteen. Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa huomattiin, että sosioekonomisesti huonompiosaisilla asuinalueilla asuville oli tarjolla vähemmän liikuntapaikkoja verrattuna parempiosaisiin asuinalueisiin (Estabrooks et al. 2003). Osassa tutkimuksista on keskitytty vertailemaan julkisten ja yksityisten liikuntapaikkojen saavutettavuutta ja tarjontaa sosioekonomisesti erilaisilla asuinalueilla. Walesissa toteutuessa tutkimuksessa huomattiin, että heikko-osaisemmilla asuinalueilla julkiset liikuntapaikat olivat paremmin saavutettavissa verrattuna muihin alueisiin, mutta yksityisomisteiset liikuntapaikat olivat paremmin saavutettavissa varakkaimmilla asuinalueilla (Higgs et al. 2015).

Spinney & Millward (2013) muistuttavat, että liikuntapaikkojen saavutettavuus ei koostu vain fyysisistä etäisyydestä vaan siihen vaikuttaa myös laitosten sisäänpääsymaksut. Sisäänpääsymaksujen onkin todettu olevan talouden tuloista riippuen este joillekin käyttää liikuntapaikkoja (Kruger et al. 2007). Spinneyn & Millwardin (2013) mukaan julkisesti rahoitetut ja yhteiskunnan tukemat virkistysmahdollisuudet tulisi taata vähävaraisemmissa naapurustoissa. Fyysisen saavutettavuuden ja pääsymaksujen ohella myös tilojen riittävyys voi vaikuttaa mahdollisuuksiin harrastaa liikuntaa (AVI 2013).

#### **2.4.3. Liikunnan edistäminen yhdyskuntarakenteessa**

Yhdyskuntasuunnittelulla ja kaavoituksella on merkittävä rooli, kun luodaan mahdollisuudet arkiliikunnan harrastamiseen, sillä liikuntapaikkojen sijainnit määritetään näiden prosessien aikana (AVI 2013). Oulun yliopiston arkkitehtuurin tiedekunnan ylläpitämä liikuntakaavoitus-nettisivusto antaa suosituksia liikuntaa suosivan elinympäristön suunnitteluun. Sivusto toimii yhteistyössä opetus- ja kulttuuriministeriön sekä ympäristöministeriön kanssa. Sivuston mukaan keskeiset liikuntapaikat tulee sijoittaa muiden palveluiden lähellä ja niitä voidaan tarvittaessa keskittää. Liikaa palveluiden keskittämistä tulee kuitenkin välttää, jotta etäisyydet asuinalueilta liikuntapaikoille eivät kasva liian suuriksi. (Oulun yliopisto 2017)

Suomalainen aikuisväestön käytetyimpiä liikuntapaikkoja ovat kevyenliikenteen väylät ja luontoympäristöt, minkä vuoksi varsinaisia liikuntapaikkoja lisäämällä ei saada aikuisia liikkumaan nykyistä enempää, lukuun ottamatta ulkoilualueita, ulkoilureittejä, uimahalleja tai kuntosaleja (Suomi et al. 2012). Suomi et al. (2012) toteavat, että nykyinen

liikuntarakentamispolitiikka palvelee parhaiten lapsia ja nuoria, jotka käyttävät nimenomaan liikuntapaikoiksi rakennettuja liikuntapaikkoja.

Urheilumaantieteen vaikuttaja John Bale (2003) on kehittänyt Christallerin keskuspaikkateoriaa liikunnan sijaintisuunnittelua varten. Keskuspaikkateorian mukaisesti mallissa liikuntapaikkojen sijoittumiselle keskeistä on niiden jakautuminen hierakkisesti ja suhde markkina-alueisiin. Alemman tason liikuntapaikat tarjoavat palveluita, joiden vaikutusalueet ovat pienempiä verrattuna ylemmän tason paikkoihin. Ylemmän tason liikuntapaikkoja on vähemmän, mutta ne ovat laajemmin sijoittuneita ja niiden kynnyspopulaatiot ovat suurempia. (Bale 2003: 84–86).

Bale (2003: 87) mukaan julkisten liikuntapaikkojen tulisi sijaita niin lähellä potentiaalista käyttäjiä kuin mahdollista, jotta voidaan taata suurin mahdollinen liikunnasta saatava nautinto sekä minimoida matkustusaika ja kustannukset. Näin ollen julkisten liikuntapalveluiden sijoittuminen väestökeskittymiin voidaan nähdä oikeudenmukaisuuden perusteella tavoiteltavana (Bale 2003: 87). Toisaalta liikuntapalveluiden liiallista keskittämistä voidaan pitää väestöryhmien tasa-arvoa heikentävänä tekijänä. Etenkin lapset, nuoret ja ikääntyneet tulevat riippuvaisiksi kuljetuksista, jos liikuntapaikat eivät ole saavutettavissa kävellen tai pyörällä (AVI 2013).

Julkisten liikuntapaikkojen suunnittelun tukena on yleisesti käytetty mittarina laitosten määrää tai pinta-alaa suhteessa väestöön. Esimerkiksi Bale (2003: 86) mukaan Britanniassa on esitetty, että tuhatta asukasta kohden tulisi olla noin 2,4 hehtaaria pelikenttä-aluetta ja yksi golfkenttä 30 000 asukasta kohden. Yksissään luvut eivät kuitenkaan mittaa sitä, kuinka hyvin liikuntapaikat ovat väestön saavutettavissa. Yksi tapa mitata saavutettavuuden tasoa, on määritellä raja-arvot hyvälle saavutettavuudelle. Raja-arvot kuvaavat aika- tai matkaetäisyyksiä, joiden puitteissa matkoja tehdään.

Liikuntakaavoitus-nettisivuston mukaan mielekkääksi koetun kävely- tai pyöräilymatkan ajallinen kesto on yleensä noin 15–20 minuuttia, mikä vastaa aikuisilla 1–2 kilometrin matkaa kävellen ja pyöräillen 5–6 kilometrin matkaa (Oulun yliopisto 2017). Matkustamiseen käytetyn ajan tai kuljetun etäisyyden on huomattu vaihtelevan liikuntalajin mukaan. Uimahallien kohdalla Karusisi et al. (2013) huomasivat, että enintään kilometrin etäisyys kodista uimahalliin vaikutti asukkaiden uintiaktiivisuuteen positiivisesti. Spinney & Millwardin (2013) kattavassa tutkimuksessa selvitettiin useiden liikuntalajien kohdalta sitä, kuinka kauas ihmiset olivat valmiita matkustamaan liikuntalajien perässä. Tutkimuksessa huomattiin, että useimpien liikuntalajien suorituspaikoille matkustamiseen käytettiin aikaa alle 15 minuuttia ja enintään

puoli tuntia. Enimmäismatkustusaika vaihteli kuitenkin liikuntalajin mukaan ja esimerkiksi golf ja laskettelu todettiin lajeiksi, joiden vuoksi ollaan valmiita matkustamaan pidempääkin. Näiden lajien parissa vietetään keskimääräistä pidempi aika kuin muiden lajien, ja näin ollen liikuntalajin parissa käytettävän ajan todettiin vaikuttavan siihen, kuinka kauas ihmiset ovat valmiita matkustamaan liikunnan perässä (Spinney & Millward 2013). Matkan pituuden on myös huomattu vaikuttavan käytettyyn kulkumuotoon. Esimerkiksi Liikenneviraston (2012) toteuttaman henkilöliikennetutkimuksen mukaan alle kilometrin matkoista suurin osa tehdään kävellen, mutta jo 1-3 kilometrin matkoilla henkilöautoilun osuus kulkumuodoista on suurin.

Helsingin uuden yleiskaavan yhteydessä laadittiin viher- ja virkistysalueiden strateginen kehityskuva eli VISTRA II, jonka yhteydessä käsiteltiin ulkoliikuntapaikkojen saavutettavuuden tavoitetilaa Helsingissä (Jaakkola et al. 2016). Raportissa annettiin myös ohjeellisia, mutta ei tarkkaan määriteltyjä tavoitematka-aikoja liikuntapaikkojen saavutettavuuteen. Raportin mukaan lähiliikuntapaikka tulisi saavuttaa noin 12 minuutissa kävellen. Sen sijaan liikuntapuistot tulisi saavuttaa noin 10 minuutissa ja uimarannat tai maaumalat hiukan alle 15 minuutissa pyöräillen. Luisteluratojen ja suurempien kenttien tavoite matka-aika on määritelty 15–30 minuutin välille joukkoliikenteellä.

### **3. HELSINKI TUTKIMUSALUEENA**

#### **3.1. Helsingin liikuntapalvelut ja helsinkiläisten liikuntakäyttäytyminen**

Helsingissä on yhteensä noin 2100 julkisessa käytössä olevaa liikunta-paikkaa, joista kaupunki ylläpitää yli 1 500 liikuntapaikkaa. Kaupungin liikuntapaikoista yli 500 on liikuntaviraston ylläpitämiä (Liikuntavirasto 2012). Liikuntaviraston ylläpitämät liikuntapaikat ovat muun muassa liikuntahalleja, jäähalleja, uimahalleja, kenttiä ja ulkoilualueita (Liikuntavirasto 2017).

Helsinkiläisten liikuntakäyttäytymistä selvittävän tutkimuksen mukaan helsinkiläisistä 40 % kokee itsensä arki- ja hyötyliikkujiksi, 38 % kuntoliikkujiksi ja itsensä urheilijaksi luokittelevia on 7 %. Satunnaisliikkujia helsinkiläisistä on 11 % ja liikunnallisesti passiivisia on 3 %. Helsinkiläisten harrastamista liikuntalajeista suosituin oli vuonna 2015 kävelylenkkeily. Myös pyöräily, juoksulenkkeily/hölkkä, uinti ja kuntosali olivat suosittuja. Liikuntapaikoista suosituimpia vähintään satunnaisesti liikkuvien keskuudessa olivat tutkimuksen mukaan sisäsalit (34 %), ulkoilualueet- ja reitit (28 %), kevyenliikenteen väylät (21 %) ja uimahallit (12 %). (Taloustutkimus oy 2015)

Liikuntaviraston 2013–2017 strategian päätavoitteena on terveyttä edistävän liikunnan lisääminen ja liikkumattomuuden väheneminen, ja painopisteenä on etenkin lasten ja nuorten liikunnan tukeminen ja syrjäytymisen ehkäiseminen (Liikuntavirasto 2012). Lasten ja nuorten liikunnan tukeminen on osa myös laajempaa opetus- ja kulttuuriministeriön strategiaa (Suomi et al. 2012). Liikuntapalveluiden yhdenvertainen saavutettavuus nostetaan esille sekä liikuntaviraston strategiassa että opetus- ja kulttuuriministeriön vuoden 2012 päätavoitteissa (Liikuntavirasto 2012; Suomi et al. 2012). Sen lisäksi että liikuntavirasto hoitaa ja rakentaa liikuntapaikkoja se myös tuottaa liikuntapalveluja erilaisille asiakasryhmille ja aktivoi sekä tukee muita liikuntapalveluiden tuottajia, liikuntaseuroja ja liikuntalaitoksia (Liikuntavirasto 2012). Liikuntaviraston keskeisimmät tehtävät ovat liikuntapaikkojen tarjoaminen ja kunnossapito ulkoilualueiden ylläpito, ohjatun liikunnan järjestäminen, kalastuksen kehittäminen ja valvonta, avustusten valmistelemineen liikuntajärjestöille ja –laitoksille ja liikuntapalveluiden markkinointi ja niistä tiedottaminen (Liikuntavirasto 2017). Liikuntaviraston strategian mukaan liikuntatoimen nykyiset resurssit eivät riitä uusien asuinalueiden liikuntapalveluiden toteutukseen ja ylläpitoon (Liikuntavirasto 2012).

Helsingin kaupungin organisaatio uudistuu vuoden 2017 aikana, jolloin kaikki virastot lakkautetaan ja tilalle perustetaan keskushallinnon lisäksi neljä toimia-alaa. Jatkossa liikuntaviraston palvelut sisältyvät kulttuuri- ja vapaa-ajan toimialan alaisuuteen, johon kuuluvat liikunnan lisäksi myös kulttuurin ja nuorison palvelukokonaisuudet. Muutos toteutetaan 1.6.2017 samalla kun uusi kaupunginvaltuusto aloittaa toimintansa. (Helsingin kaupunki 2016)

### **3.2. Helsingin yhdyskuntarakenteen kehitys**

Tämän työn tutkimusalue rajautuu Helsinkiin ja siellä sijaitseviin liikuntapaikkoihin. Vuoden 2016 alussa Helsingissä oli 628 208 asukasta (Vuori & Laakso 2016). Helsingin yhdyskuntarakenteen kehitys on ollut monivaiheinen prosessi ja myös muihin eurooppalaisiin kaupunkeihin verrattuna poikkeuksellinen, johon liittyy esimerkiksi myöhäinen kaupungistuminen sekä samanaikainen hyvinvointivaltion kehittäminen (Schulman et al. 2014; Loikkanen & Laakso 2016). Elinkeinorakenteen muuttuessa ja kaupungistumisen voimistuessa 1950-luvulta eteenpäin pääkaupunkiseutu vastaanotti merkittävän määrän maaltamuutosta. Metropolialueen nopea kasvu ohjattiin pääosin ydinkeskustan ulkopuolisiin lähiöihin, mikä on vaikuttanut merkittävästi Helsingin ja koko pääkaupunkiseudun yhdyskuntarakenteen hajautumiskehitykseen. (Vaattovaara 2011)

Kaupunkirakenteessa tapahtuvat muutokset ovat vaikuttaneet palvelurakenteen kehittymiseen. 1960-luvulla palvelurakennekehityksessä alettiin suosia hierarkkista palvelukeskusten järjestelmää kansainvälisten esimerkkien mukaisesti. Markkina-alueiden osalta Helsingissä tätä kehitystä ohjattiin jäsentämällä ydinkeskustan ympärille säteittäisten pääliikenneväylien mukaisesti sektoreita ja lohkoja. Ydinkeskusta nähtiin jokaisen sektorin pääkeskuksena, jota täydennettiin sektoreiden ja lohkojen aluekeskuksilla. (Schulman 2014: 52)

Kaupunkitutkijoiden Loikkasen & Laakson (2016) mukaan kaupunkirakenteen hajautumiskehitys on ollut Helsingin seudulle tunnusomaista koko sodan jälkeisen ajan. Helsingin kantakaupungin lisäksi alueelle on kehittynyt useita työpaikkojen ja asumisen aluekeskuksia, joista useat ovat kuitenkin edelleen suhteellisen pieniä ja hajanaisia (Loikkanen & Laakso 2016). Kaupunkirakenteen kehittämisellä on ollut merkittävä yhteys kaupungin nykyiseen liikennejärjestelmään. Hajakeskittäminen ja siihen liittyvä lähiörakentaminen ovat luoneet perustan nykyiselle raideliikenteeseen tukeutuvalle joukkoliikennekaupungille (Schulman et al. 2014: 24).

### **3.3. Helsingin tulevaisuus yhdyskuntarakenteen kannalta**

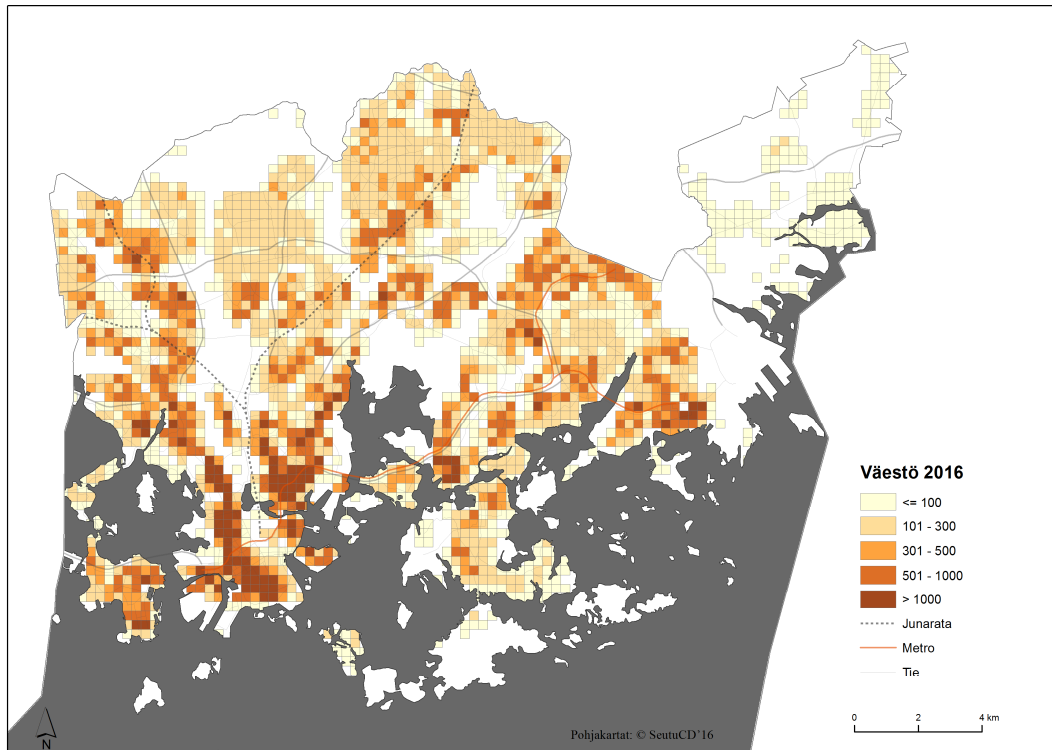
Helsinki on mielenkiintoinen kohde saavutettavuuden tarkastelemiseen pitkällä aikavälillä, sillä seuraavien vuosikymmenien aikana Helsingin väestön odotetaan kasvavan merkittävästi. Historiallisesti tarkastellen huomataan, että Helsingin seudun väestökehitys on vaihdellut erityisesti muuttoliikkeen vaihtelun, mutta myös talouden suhdanteiden ja asuntomarkkinoiden muutosten vuoksi (Vuori & Laakso 2016). Helsinki on Suomen merkittävin kasvukeskus, jossa väestömäärän odotetaan kasvavan nykyisestä noin 630 000 asukkaasta jopa 708 000-800 000 asukkaaseen ennusteesta riippuen vuoteen 2040 mennessä (Vuori 2017). Schulmanin (2014: 61) mukaan väestömäärän ja työpaikkojen kasvu edellyttää varautumista kaupunkimaisen maankäytön tehostumiseen sekä sitä vastaavaan palveluverkon kasvuun.

Kaupunkisuunnitteluviraston (2016) laatima vuonna 2016 valmistunut yleiskaava toimii pitkän aikavälin maankäytön suunnitelmana, jossa linjataan yhdyskuntarakenteen keskeisimmät kehityskohteet. Yleiskaavassa halutaan varmistaa hyvä joukkoliikennesaavutettavuus koko kaupungissa kehittämällä etenkin kaupungin raideliikenneverkostoa. Lisäksi kävely ja pyöräily priorisoidaan kulkumuodoista korkeimmalle. Jalankulkijan saavutettavuuden parantaminen nousee keskeiseksi tavoitteeksi ja kaavassa linjataan, että etenkin asemanseuduilla ja joukkoliikenteen solmukohdissa tulisi sijaita jalankulkijalle helposti saavutettavissa olevat peruspalvelut. Yleiskaavalla pyritään myös tiivistämään kaupunkirakennetta

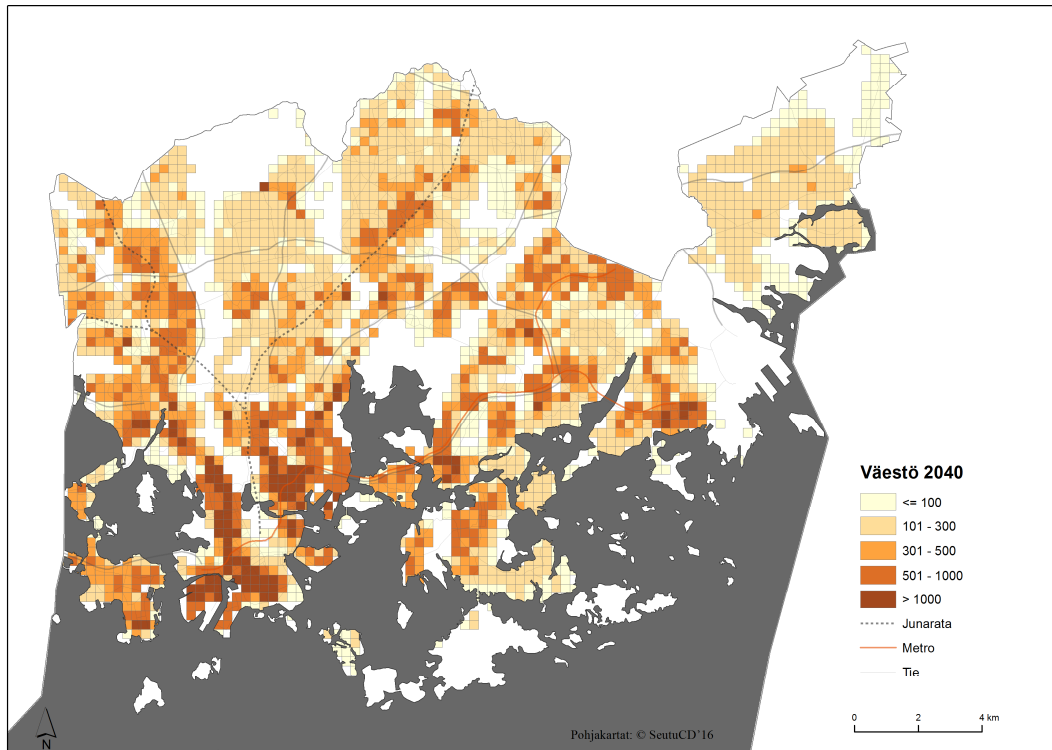


kaupunkibulevardien ympärille. Yhdyskuntatutkijat Loikkanen & Laakso (2016) näkevät yhdyskuntarakennetta eheyttävän yleiskaavan askeleena oikeaan suuntaan.

Helsinkiin on suunniteltu uusia asuinalueita, joista asukasmääriltään merkittävimpiä ovat Östersundom ja Kruunuvuorenranta. Uusien asuinalueiden lisäksi Helsingin vanhoja alueita täydennysrakennetaan. Täydennysrakentaminen tarkoittaa nykyisen yhdyskuntarakenteen tai sen välittömään läheisyyteen rakentamista. Täydennysrakentaminen on ollut vilkasta ja vuonna 2013 lähes 46 % uusista asunnoista oli täydennysrakennuskohteita. (Uutta Helsinkiä 2017). Kuvan 5 kartta esittää Helsingin väestöä vuonna 2016 ja kuvassa 6 esitetään tässä työssä käytetyn väestöennusteen mukaista väestörakennetta vuonna 2040.



Kuva 5. Helsingin väestö 2016 (SeutuCD 2016).



Kuva 6. Helsingin väestö 2040 (Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2015).

## 4. AINEISTO JA MENETELMÄT

### 4.1. Tutkittavat liikuntapaikat ja hyvän saavutettavuuden raja-arvot

Liikuntapaikoista tarkasteluun otettiin mukaan liikuntapuistot, liikuntasalit, lähiliikuntapaikat, tekojääkentät ja uimahallit/maauimalat. Valitut liikuntapaikat edustavat monipuolisesti liikuntaviraston tarjoamia liikuntapalveluita. Mukaan valituissa liikuntapaikoissa voi harrastaa vapaasti tai käydä varatuilla vuoroilla liikkumassa. Valitut liikuntapaikat mahdollistavat niin sanotun matalan kynnyksen liikuntatoiminnan. Vaikka käsitettä käytetään paljon, ei sen määrittely ole ollut täysin yksiselitteistä. Yleisesti tällaista liikuntaa voidaan kuvailla esimerkiksi helposti saavutettavaksi, kohtuuhintaiseksi tai ilmaiseksi sekä taitotasoista riippumattomaksi (Kakko 2015).

**Liikuntapuistoja** tarkastelussa on mukana yhteensä 30. Lisäksi tarkasteluun sisällytettiin neljä suunniteltua liikuntapuistoa. Liikuntapuistot ovat monipuolisia ja pinta-alalta suuria ulkoliikuntapaikkoja, joissa voi harrastaa esimerkiksi jalkapalloa, koripalloa ja käyttää ulkokuntoiluvälineitä. Kaikki tarkasteltavat liikuntapuistot ovat liikuntaviraston ylläpitämiä.

**Liikuntasaleista** mukaan valittiin kaikki Helsingin liikuntasalit, joiden pinta-ala on yli 500 m<sup>2</sup>. Valintaan vaikutti se, että suurien liikuntasalien varausasteen on todettu olevan suurempi

verrattuna pienempiin saleihin ja ne ovat olleet pienempiä saleja kysytympiä (Nissinen & Möttönen 2013). Yhteensä tarkastelussa on mukana 45 liikuntasalia. Liikuntasaleista 25 on kunnan, 19 on yksityisen yrityksen tai säätiön ja yksi on valtion ylläpitämä. Kunnan ylläpitämistä liikuntasaleista 11 kuuluu liikuntavirastolle. Mukaan otetut liikuntasalit sijaitsevat liikuntahalleissa, koulujen yhteydessä tai yksityisten liikuntapalveluntarjoajien tiloissa. Olemassa olevien liikuntasalien lisäksi tulevaisuustarkasteluihin sisällytettiin kolme suunniteltua liikuntasalia.

**Lähiliikuntapaikoista** tarkasteluihin valittiin mukaan kaikki 25 liikuntaviraston ylläpitämää paikkaa. Lisäksi tarkasteluihin sisällytettiin viisi suunniteltua lähiliikuntapaikkaa. Lähiliikuntapaikan määrittely ei ole ollut yksiselitteistä. Yleisesti niitä kuitenkin kuvaillaan liikuntapaikkoina, jotka ovat helposti laajan käyttäjäryhmän saavutettavissa ja liikkumaan innostavia monipuolisia ja maksuttomia sekä vapaasti käytettävissä olevia liikuntapaikkoja (Liikuntavirasto 2017). Liikuntaviraston lähiliikuntapaikoilla voi harrastaa paikasta riippuen esimerkiksi sählyä, koripalloa, pöytätennistä, ja jalkapalloa.

**Tekojääkenttiä** on Helsingissä yhteensä seitsemän, jotka kaikki ovat mukana tarkastelussa. Lisäksi tarkasteluihin otettiin mukaan yksi suunniteltu tekojääkenttä. Kaikki tekojääkentät ovat liikuntaviraston ylläpitämiä.

**Uimahalleja ja maauimaloita** tarkasteltiin yhtenä kokonaisuutena. Tarkasteluun mukaan valikoituivat kaikki Helsingissä sijaitsevat ja julkisessa käytössä olevat uimahallit ja maauimalat. Tarkasteluun otettiin mukaan yhteensä 13 uimahallia, joista neljä on liikuntaviraston ylläpitämiä ja yhdeksän yhtiöpohjaista uimahallia. Näiden lisäksi myös liikuntaviraston maauimalat ja Katajanokan merikylpylä sisällytettiin tarkasteluun. Suunniteltuja uimahalleja on tiedossa yksi.

Tarkasteltavat liikuntapaikat ja tutkittavat kulkumuodot liikuntapaikoittain on esitetty taulukossa 1. Liikuntapaikasta riippuen tarkastellaan yhtä tai useampaa kulkumuotoa. Kulkumuodot valittiin liikuntaviraston kanssa yhteistyössä ja valinnat tehtiin sen mukaan, mitä pidetään merkittävänä liikkumismuotona kullekin liikuntapaikalle. Luettelo valituista liikuntapaikoista on liitteessä 1.

Taulukko 1. Tarkasteltavat liikuntapaikat.

Liikuntapaikka	Tutkittavat kulkumuodot	Ylläpitäjät	Nykyisten lkm (suunnitellut)
Liikuntapuisto	Auto, joukkoliikenne, kävely	Liikuntavirasto	30 (4)
Liikuntasali	Auto, joukkoliikenne, kävely	Kaikki ylläpitäjät, (yli 500 m2)	45 (3)
Lähiliikuntapaikka	Kävely	Liikuntavirasto	25 (5)
Tekojääkenttä	Auto, joukkoliikenne, kävely	Liikuntavirasto	7 (1)
Uimahalli ja maauimala	Auto, joukkoliikenne	Kaikki yleisölle avoimet uimahallit	16 (1)

Tässä tutkielmassa 15 minuutin matka-aikaa tarkastellaan hyvänä saavutettavuutena, sillä sitä pidemmällä matkoilla halukkuus matkustamiseen pienenee ja pidemmät matkat koetaan etenkin kävelyn ja pyöräilyn osalta epämiellyttävinä (Liikennevirasto 2012; Spinney & Millward 2013; Oulun yliopisto 2017). 15 minuutin raja-arvo soveltuu erityisesti lähiliikuntapaikkojen tarkasteluun, joiden ajatellaan kuuluvan osaksi asuin ympäristön paikallisia palveluita (esim. Jaakkola 2016). Sen sijaan tutkittavista paikoista erityisesti tekojääkentät, uimahallit ja liikuntapuistot voidaan nähdä liikuntapaikkoja, joita Bale (2013) kuvasi liikuntaan sovelletussa keskuspaikkateoriassaan ylemmän tason paikkoina, jotka ovat laajasti sijoittuneita, ja joiden kynnyspopulaatiot ovat suurempia. Näille paikoille alle 30 minuutin matka-aika erityisesti joukkoliikenteellä voidaan nähdä tavoiteltavana. Tässä tutkielmassa yli 30 minuutin matka-ajan voidaan ajatella olevan jo niin pitkä, että voidaan olettaa, että enää harva matkustaa tätä pidempään lähimmälle liikuntapaikalle. Tämä perustuu ennen kaikkea Spinneyn & Millwardin (2013) tuloksiin ihmisten liikkumisesta liikuntapaikoille.

## 4.2. Tutkittavat skenaariot

Liikuntapaikkojen saavutettavuutta tutkitaan nykytilanteen ja erilaisten tulevaisuuden skenaarioiden kautta. Muuttujina skenaarioissa ovat väestö, liikuntapaikat sekä liikenneverkko. Auto- ja kävelysaavutettavuutta tarkastellaan taulukossa 2 esitettyjen tilanteiden mukaisesti, joissa huomioidaan väestönmuutokset ja liikunnan palveluverkossa tapahtuvat muutokset. Liikenneverkossa tapahtuvia muutoksia ei huomioida näiden kulkumuotojen osalta. Vuotta 2016 tutkitaan kahden vaihtoehdon kautta, joista toisessa huomioidaan nykyiset liikuntapaikat

(2016\_a) ja toiseen on näiden lisäksi lisätty suunnitellut liikuntapaikat (2016\_S). Näitä vertailemalla saadaan selville, kuinka suunnitellut paikat vaikuttaisivat saavutettavuuteen nykyisellä väestöllä. Sen lisäksi tehdään neljä tarkastelua vuoden 2040 väestöllä. Ensimmäisessä on mukana vain nykyiset liikuntapaikat (2040\_N). Tätä vertailemalla vuoteen 2016 (2016\_a), voidaan nähdä, kuinka pelkkä väestönmuutos vaikuttaa saavutettavuuteen. Loput vuoden 2040 tarkastelut kertovat siitä, kuin palveluverkon kasvattaminen suunnitelluilla (2040\_S) ja optimoiduilla sijainneilla (2040\_O1 ja 2040\_O2) vaikuttaa saavutettavuuteen.

Taulukko 2. Skenaariot kävely- ja autosaavutettavuuden tarkasteluihin.

	2016_a	2016_S	2040_N	2040_S	2040_O1	2040_O2
<b>Väestö</b>	v. 2016	v. 2016	v. 2040	v. 2040	v. 2040	v. 2040
<b>Liikuntapaikat</b>	Nykyiset	Nykyiset ja suunnitellut	Nykyiset	Nykyiset ja suunnitellut	Nykyiset, Suunnitellut ja Optimoidut 1	Nykyiset, Suunnitellut, Optimoidut 1 ja 2
<b>Liikenneverkko</b>	Nykyinen	Nykyinen	Nykyinen	Nykyinen	Nykyinen	Nykyinen

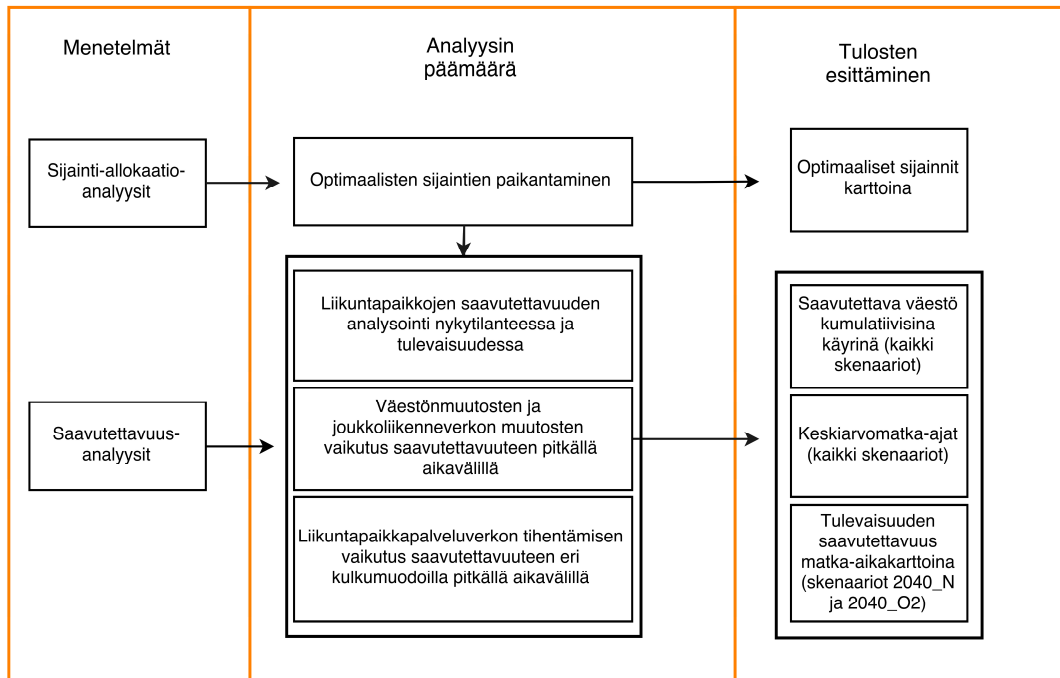
Joukkoliikennesaavutettavuutta tutkittaessa huomioidaan väestön ja palveluverkon muutosten lisäksi myös joukkoliikenneverkostossa tapahtuvat muutokset (taulukko 3). Joukkoliikenteessä tapahtuvien muutosten vaikutusta matka-aikoihin voidaan tutkia niin, että vakiodaan väestö ja liikuntapaikkojen sijainnit, mutta muutetaan joukkoliikenneverkkoa (2016\_a ja 2016\_b). Joukkoliikennesaavutettavuutta tutkitaan muuten samojen tilanteiden kautta kuin autoilua ja kävelyäkin, poikkeuksena se, että kaikissa muissa skenaarioissa paitsi nykytilanteessa (2016\_a) on huomioitu tulevaisuuden joukkoliikenneskenaario.

Taulukko 3. Skenaariot joukkoliikennesaavutettavuuden tarkasteluihin.

	2016_a	2016_b	2016_S	2040_N	2040_S	2040_O1	2040_O2
<b>Väestö</b>	v. 2016	v. 2016	v. 2016	v. 2040	v. 2040	v. 2040	v. 2040
<b>Liikuntapaikat</b>	Nykyiset	Nykyiset	Nykyiset ja suunnitellut	Nykyiset	Nykyiset ja suunnitellut	Nykyiset + Suunnitellut + Optimoidut 1	Nykyiset, Suunnitellut, Optimoidut 1 ja 2
<b>Liikenneverkko</b>	Nykyinen	Tulevaisuus	Tulevaisuus	Tulevaisuus	Tulevaisuus	Tulevaisuus	Tulevaisuus

### 4.3. Tutkimuksen rakenne

Tutkimus voidaan jakaa kahteen analyysiin, joita ovat liikuntapaikkojen optimaalisten sijaintien määrittäminen sijainti-allokaatio-analyyseilla sekä saavutettavuusanalyysien suorittaminen valituilla kulkumuodoilla erilaisissa skenaarioissa. Kuvasta 7 nähdään, kuinka tutkielmassa käytetyt analyysit kytkeytyvät tutkimuskysymyksiin, ja kuinka tuloksia lopulta esitetään karttoina, kumulatiivisina käyriä ja keskiarvomatka-aikoina.



Kuva 7. Tutkimuksen analyysit ja tulosten esittäminen.

Sijainti-allokaatio-analyysien kysyntäpisteinä käytetään vuoden 2040 väestöpisteitä ja optimoinneissa huomioidaan sekä nykyinen liikunnan palveluverkko että suunnitellut liikuntapaikat. P-mediaanimalli valikoitui käytetyksi menetelmäksi, koska sen avulla voidaan etsiä sopivimmat sijainnit uusille liikuntapaikoille niin, että väestön alueellinen jakautuminen on huomioitu. P-mediaanimallilla löydetty sijainnit pyrkivät parantamaan asukkaiden keskimääräistä etäisyyttä lähimmälle liikuntapaikalle. Näin ollen huonoiten saavutettavat väestökeskittymät painottuvat optimoitavien liikuntapaikkojen sijainneissa. Mallia käyttämällä liikuntapaikkojen sijoittelussa voidaan huomioida sekä saavutettavuus tasa-arvon kannalta että taloudellisuuden näkökulma. Sijainti-allokaatio-analyysin kulku ja käytetyt aineistot kuvataan tarkemmin luvussa 4.5.2.

Tässä tutkielmassa saavutettavuutta tutkitaan matka-aikaetäisyytenä. Geursin & van Ween (2004) esittämistä saavutettavuuden ulottuvuuksista tutkielmassa keskitytään maankäyttöulottuvuuteen, jossa matkat kodin ja liikuntapaikkojen välillä nousevat keskeisiksi. Matka-ajat laskettiin vuosien 2016 ja 2040 asutuista 250 x 250 tilastoruuduista henkilöautolla, joukkoliikenteellä ja/tai kävellen liikuntapaikkoihin. Laskennat tehtiin sekä nykyiselle että suunnitelluille ja optimoiduille sijainneilla muokatulle palveluverkolle. Lopuksi tulokset visualisoitiin kartoiksi ja lisäksi saavutettuja väestömääriä eri matka-aika vyöhykkeiden sisällä esitetään kumulatiivisilla käyrillä ja taulukoilla. Koska tutkimuksen painopiste on vuodessa 2040, visualisoinneissa esitetään tulevaisuuden skenaarioita. Kaikille tutkituille kulkumuodoille toteutettiin kaksi karttatarkastelua. Matka-ajat eri kulkumuodoilla visualisoitiin vuoden 2040 väestöllä ja nykyisillä liikuntapaikoilla (skenaario 2040\_N). Lisäksi saavutettavuus visualisoitiin kaikilla kulkumuodoilla tilanteessa, johon on lisätty sekä suunnittelut liikuntapaikat että optimoidut sijainnit (skenaario 2040\_O2). Saavutettavuuskartoissa tarkastellaan nimenomaan asuttujen alueiden saavutettavuutta. Saavutettavuuskartoissa matka-ajat on interpoloitu IDW-menetelmällä, jonka jälkeen arvot on luokiteltu saavutettavuusvyöhykkeiksi. Koska käytettävissä ei ole tietoa ihmisten todellisesta liikkumisesta liikuntapaikoille, tulokset kuvaavat potentiaalisten asiakkaiden määrää. Saavutettavuusanalyysit aineistoiheen kuvataan tarkemmin luvussa 4.5.3.

#### 4.4. Aineistot

Tutkimuksen aineistot koostuvat erilaisista paikkatietoaineistoista, jotka on esitetty taulukossa 4.

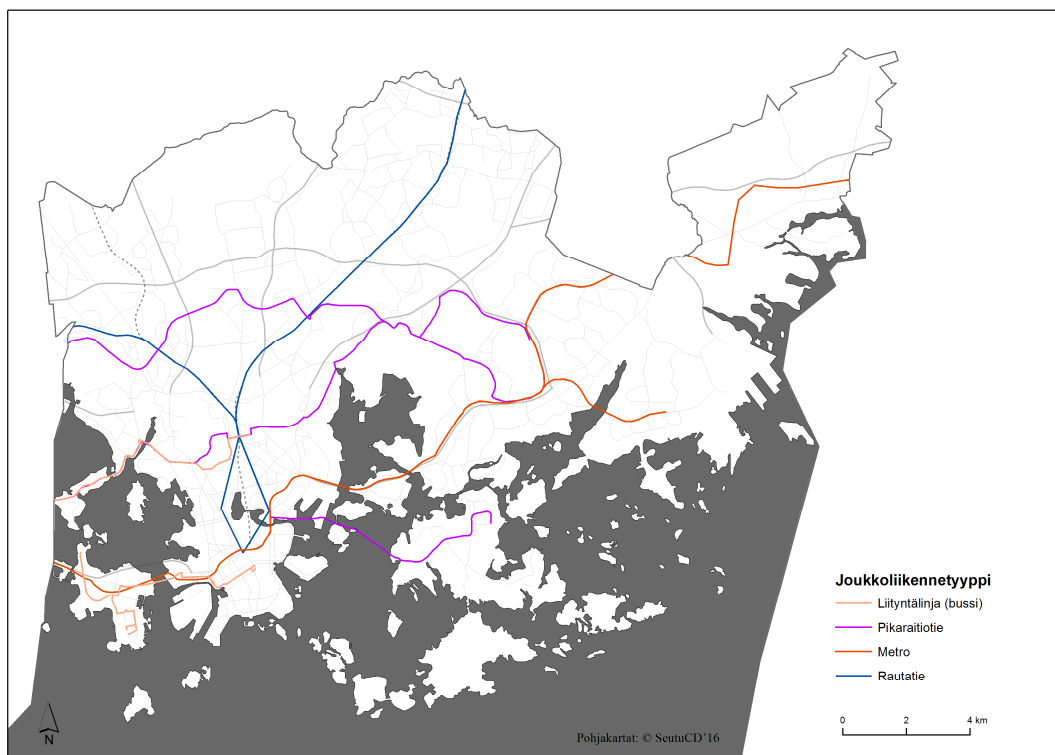
Taulukko 4. Tutkimusaineistot.

Aineisto	Käyttötarkoitus	Lähde
Liikuntapaikkojen sijainnit	Saavutettavuus- ja sijainti-allokaatio-analyysien kohdepisteet	Lipas-tietokanta (2016)
Suunnitellut liikuntapaikat	Saavutettavuus- ja sijainti-allokaatio-analyysien kohdepisteet	Helsingin kaupungin liikuntavirasto
Rakennustasoinen väestö v. 2016	Saavutettavuus- ja sijainti-allokaatio-analyysien lähtöpisteet yhdistettynä 250 x 250 ruudukkoon	SeutuCD 2016
Väestöennuste v. 2040 (250 x 250 m ruudut)	Väestötiedot tulevaisuuden tarkasteluun	Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto (2015)
MetropAccess-Digiroad (2015)	Henkilöautoreititykset ja tieverkko sijainti-allokaatio-tarkasteluihin autolla	Digital Geography Lab
MetropAccess-Reititin, Kalkati	Joukkoliikennereititykset	Digital Geography Lab
OpenStreetMap	Kävelyreititykset ja tieverkko sijainti-allokaatio-tarkasteluihin kävellessä	OSM (2017)
Joukkoliikenneskenaariot	Tulevaisuuden joukkoliikennesaavutettavuuden tarkasteluun	Käyhkö (2014)/Digital Geography Lab
Kuntarajat, meri, tiet, junarata, metro	Karttojen visualisointi	SeutuCD 2016

Tutkielmassa käytetään sekä vuoden 2016 väestötietoja, että väestöennustetta vuodelle 2040. SeutuCD:ltä poimittu vuoden 2016 väestö on pistemuotoista ja rakennuskohtaista, mutta kaupunkitason tarkastelussa tämä aineisto on yhdistetty 250 m x 250 m tilastoruudukkoon. Vuoden 2016 väestöaineiston mukaan Helsingissä on 607 357 asukasta. Vuoden 2040 väestöennusteaineisto perustuu Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston (2015) väestöennusteeseen, joka on laadittu tilastoruutukohtaisesti (250 x 250 m). Ennusteen mukaan Helsingissä on vuonna 2040 yhteensä 782 149 asukasta.



Tutkimuksessa käytetty joukkoliikenneskenaario perustuu Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston Helsingin uutta vuonna 2016 hyväksyttyä yleiskaavaa varten laadittuun raporttiin (Käyhkö 2014). Digital Geography Lab oli jo muokannut aineistot reitituskelpoisiksi ja lisäksi niitä oli päivitetty raportin ilmestymisen jälkeen ajantasaisemmiksi. Joukkoliikenneskenaarioita on laadittu kaksi, joista ensimmäinen sisältää todennäköisimmin tai aikaisemmin toteutuvat hankkeet ja toinen taas sisältää näiden lisäksi epävarmemmat tai myöhemmin toteutuvat hankkeet. Tässä tutkielmassa joukkoliikenteessä tapahtuvia muutoksia tutkitaan vain ensimmäisen skenaarion kautta. Kuvassa 8 esitettynä kartalla joukkoliikenneskenaarion linjaukset, joista on tarkempi listaus liitteessä 6.



Kuva 8. Joukkoliikenneskenaariot.

Tutkittavien liikuntapaikkojen sijaintien ensisijaisena lähteenä käytettiin Lipas-tietokantaa. Lipas on Jyväskylän yliopiston liikuntatieteellisen tiedekunnan hallinnoima valtakunnallinen liikunnan paikkatietojärjestelmä. Tietokannan sisällöstä vastaavat pääasiallisesti kuntien liikuntatoimien asiantuntijat. Lippaassa on avointa tietoa muun muassa liikuntapaikoista, virkistysalueista ja ulkoilureiteistä. Lippaasta voi ladata erilaisia tietokantoja taulukoina tai rajapinnan kautta. Lippaassa on mahdollisuus rajata tutkittavia aineistoja esimerkiksi liikuntapaikan ylläpitäjän mukaan, mikä oli tässä tutkielmassa hyödyllistä. (Lipas 2017)

Koska Lipas ei ole täysin ajantasainen, niin liikunta-aineistojen ajantasaisuus tarkistettiin liikuntaviraston nettisivujen ja liikuntaviraston asiantuntijoiden avulla. Koska tässä tutkielmassa tarkastellaan Helsingin kokoista aluetta, on tärkeää, että aineisto on tarkastettu, jotta tulokset ovat mahdollisimman todenmukaisia. Liikuntapaikkojen saavutettavuutta on tutkittu valtakunnallisella tasolla myös tarkastamattomilla Lipas-aineistoilla (Kotavaara & Rusanen 2016). Nykyisten liikuntapaikkojen lisäksi analyyseissa huomioitiin suunnitellut liikuntapaikkahankkeet, joiden sijainnit saatiin liikuntavirastolta.

## **4.5. Menetelmät**

### **4.5.1. Reititysaineiston muokkaaminen OSM-datan pohjalta**

Liikuntapaikkojen kävelyyn perustuvien sijainti-allokaatio-analyyysien ja saavutettavuusanalyyysien pohjalla käytettiin OpenStreetMap –aineistosta (OSM) muokattua reititysaineistoa. OSM-aineisto on käyttäjien itsensä keräämä maailmanlaajuinen avoin kartta-aineisto, jota kuka tahansa voi hyödyntää ilmaiseksi. OSM-aineistoa käytetään useiden karttasovellusten pohjana. (OSM 2017) OSM-aineistoa käytettäessä herää kysymys aineiston luotettavuudesta. Suomessa datan luotettavuutta on tutkittu Välimäen (2011) pro gradu -tutkielmassaan, jossa todetaan, että OSM-aineiston laatua voidaan pitää hyvänä verrattuna Maanmittauslaitoksen tuottamaan tieverkkoaineistoon. Tässä tutkielmassa OSM-aineiston valintaan vaikutti se, että aineisto on avoimesti saatavilla ja se sisältää kattavasti tietoa jalankulkijoiden reiteistä.

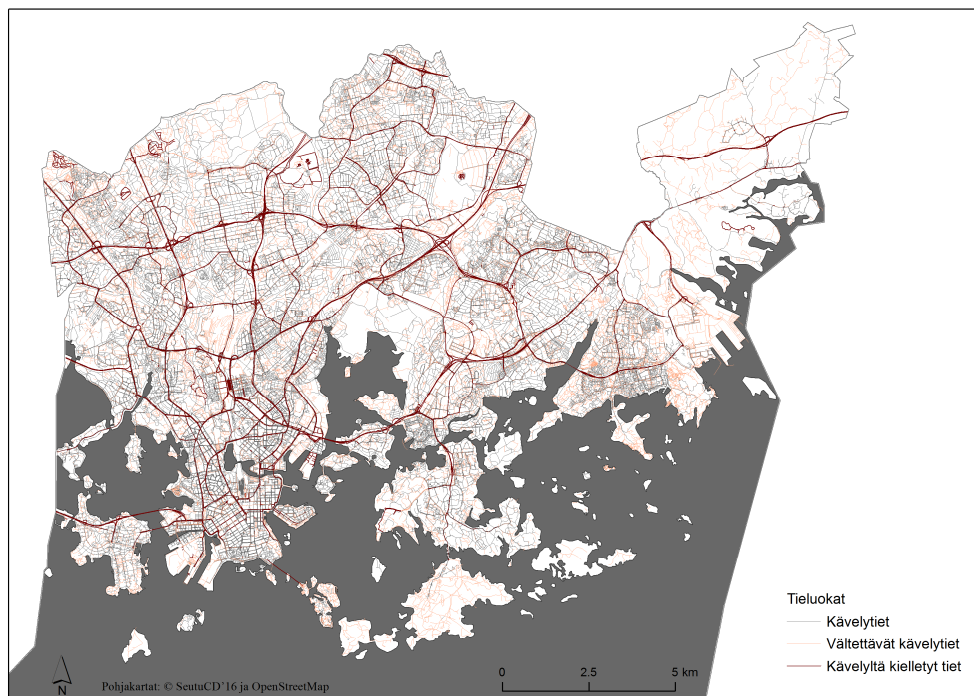
Jotta OSM-aineistoa on mahdollista käyttää ArcMap-ohjelmiston verkostoolyysissä, tulee se muokata ohjelmaan yhteensopivaksi reititysaineistoksi (*Network dataset*). Reititysaineisto luodaan ArcMap-ohjelmiston yhteydessä toimivan ArcCatalogin kautta erillisellä työkalulla. Alkuperäinen OSM-aineisto sisältää tietoa tie-elementtien sijainneista, mutta reititysvaiheessa aineistoon määritettiin muita ominaisuustietoja, joita ovat viivaelementtien topologia sekä erilaiset rajoitteet. Näiden lisäksi reititysaineistoon olisi mahdollista määrittää muitakin ominaisuustietoja kuten tieosuuksien yksisuuntaisuus ja sekä käännöksiin liittyvät rajoitukset. Ne eivät kuitenkaan ole oleellisia kävelyverkostossa.

Viivaelementtien topologia tarkoittaa sitä, kuinka viivaelementit yhdistyvät toisiinsa. Vaihtoehtoina on joko ”Any vertex” tai ”End point”, ja valinta riippuu siitä, kuinka käytettävä tieverkkoaineisto on rakennettu. Topologiaksi annettiin OSM-aineistoon sopiva ”Any vertex”, joka tarkoittaa sitä, että tie-elementit voivat kytkeytyä toisiinsa kaikkien yhteisten verteksin kohdalla.

Ratkaisevassa roolissa reititysaineiston muokkausta ovat tieosuuksille annettavat ominaisuustiedot. Kaikille tieosuuksille on laskettu läpikulkuaika, jossa kävelynopeutena on 70 metriä minuutissa. Kaikki tieosuudet eivät kuitenkaan sovellu kävelyyhin, joten aineisto jaettiin kolmeen osaan. OSM-aineisto muodostuu useista erilaisista tieluokista, joista osa soveltuu ensisijaisesti autoiluun (esim. motorway, primary, secondary) ja osa kävelyyhin tai pyöräilyyn (esim. footway, cycleway, path). OSM-aineiston tieluokat jaettiin kolmeen osaan jotka ovat (kts. liite 5):

1. Kävelyyhin soveltuvat reitit
2. Vältettävät reitit
3. Kielletyt reitit

Luokittelun perusteena käytettiin OSM-aineiston tieluokkakuvauksia ja erilaisia tarkasteluita, joissa tieluokkia verrattiin muun muassa ilmapuviin ja Digiroad-aineistoon. Vaikka OSM-aineiston rakentaminen ArcMap-ohjelmistolla oli pitkälle automatisoitua, vaati se paljon yksittäisten reittipätkien poistamista ja muokkausta. Reitityksiä varten kävelyverkoston täytyy olla täysin kuljettavissa, joten lopullisesta reititysaineistosta täytyi muokata pois sellaiset reittipätkät, jotka eivät johtaneet minnekään, mutta, jotka saattoivat valikoitua reitityksen aloituspisteeksi. Kuvassa 9 on esitetty kartalla muodostettu kävelyverkosto luokitteluineen.



Kuva 9. Kävelyreitit kartalla tutkielmassa tehdyn luokittelun mukaan.

#### 4.5.2. Sijainti-allokaatio-analyysit

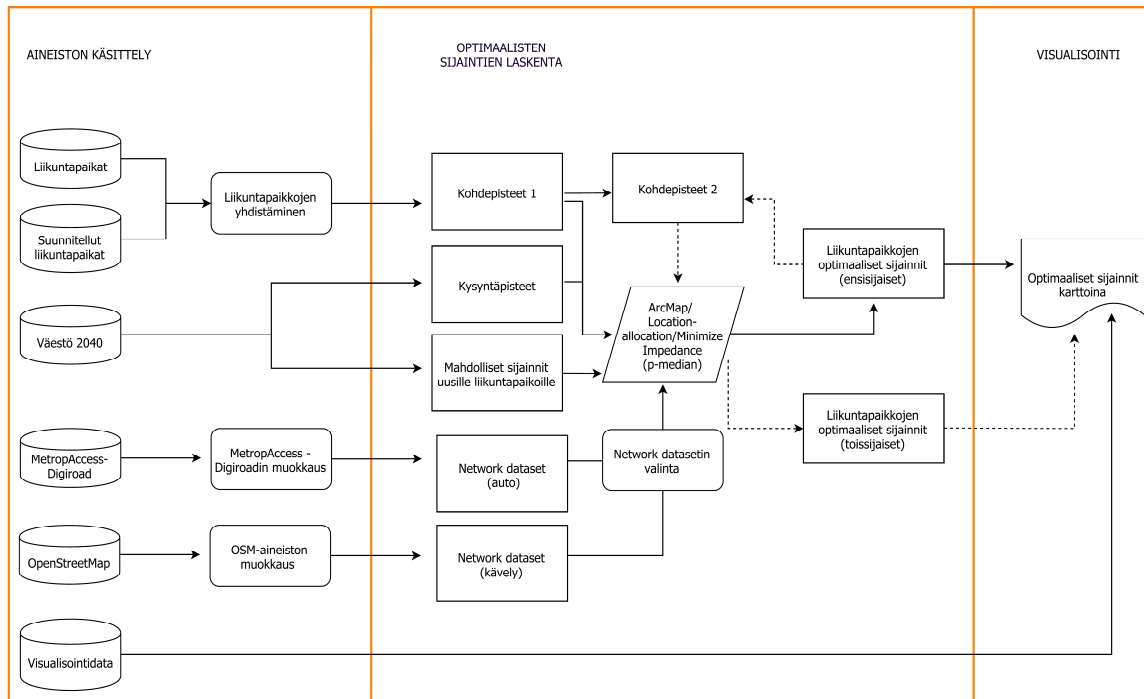
Liikuntapaikkojen sijainti-allokaatio-analyysissä käytettiin ArcMap-ohjelmiston Network Analyst –työkalupaketin Location-allocation-työkalua. ArcMap-ohjelmistossa on yhteensä seitsemän erilaista ongelmatyyppiä sijaintiongelman ratkaisemiseen. Näistä menetelmistä käytettiin Minimize impedance -ongelmatyyppiä, joka perustuu p-mediaani ongelman ratkaisemiseen (ESRI 2017b). Sijainti-allokaatio-analyysien työvaiheet on esitetty kuvassa 10.

Työkalu tarvitsee toimiakseen reititysaineiston (*Network Dataset*), johon on määritetty teiden geometria ja tiesegmenttien ajo- tai kävelynopeudet. Uimahalleille analyysi suoritettiin autoilijan tieverkostoa pitkin ja muille liikuntapaikoille kävelijän tieverkostoa pitkin. Autoilijan tieverkostona analyysissä käytettiin MetropAccess-Digiroad-aineistoa. Kävelyverkostona käytettiin OSM-aineistosta muokattua reititysaineistoa, jossa kävelynopeudeksi oli määritetty 70 metriä minuutissa.

Tieverkoston lisäksi työkaluun annetaan lähtötiedoiksi nykyiset liikuntapaikat, mahdolliset sijainnit uusille liikuntapaikoille sekä kysyntäpisteet, joita painotetaan sijaintien valinnassa. Kysyntäpisteiksi määritettiin vuoden 2040 väestö 250 x 250 tilastoruutujen keskipisteiden mukaisesti. Jokaista kysyntäpistettä painotettiin vuoden 2040 väestömäärän mukaan. Kävelyreititysaineistoa käytettäessä Suomenlinnan ja Vartiosaaren asukkaat jätettiin huomioimatta.

Mahdollisiksi liikuntapaikkojen sijainneiksi annettiin samat vuoden 2040 väestöpisteiden sijainnit, joita käytettiin myös kysyntäpisteinä. Nykyisten liikuntapaikkojen lisäksi ratkaisussa huomioitiin suunnitellut liikuntapaikat, joita ei ole vielä rakennettu. Suunnitellut liikuntapaikat huomioitiin samanarvoisina kuin jo olemassa olevat liikuntapaikat.

Kaikille liikuntapaikoille tehtiin kaksi sijainti-allokaatio analyysia. Ensimmäisessä analyysissa liikuntapaikkoja lisättiin kaksi tai kolme (lähiliikuntapaikat). Tämän jälkeen nämä uudet optimoidut sijainnit lisättiin osaksi palveluverkkoa, ja kaikille liikuntapaikoille optimoitiin vielä kaksi tai neljä (lähiliikuntapaikat) liikuntapaikkaa lisää. Näin saatiin määriteltyä ensisijaiset sijainnit ja toissijaiset sijainnit uusille liikuntapaikat. Liikuntaviraston kanssa käydyissä keskusteluissa pidettiin epätodennäköisenä sitä, että liikuntapaikkojen palveluverkot kasvaisivat valtavasti tulevina vuosikymmeninä. Sen vuoksi päädyttiin määrittelemään ensisijaiset optimoidut sijainnit, jotka kertovat kaikkein kriittisimmät sijainnit uusille paikoille. Näiden lisäksi osoitetaan myös toissijaiset, jotka kertovat vaihtoehtoisista sijainneista.



Kuva 10. Kuvaus sijainti-allokaatio-analyysien työvaiheista, joka toteutettiin jokaiselle liikuntapaikalle erikseen.

### 4.5.3. Saavutettavuusaikojen laskeminen

#### 4.5.3.1. Henkilöautoreititykset

Tämän tutkielman matka-aikalaskennat suoritettiin Digital Geography Lab -tutkimushankkeessa kehitetyllä MetropAccess-Digiroad-työkalulla. Työkalu tarvitsee toimiakseen henkilöautoilua kuvaavan reititysaineiston. Reititysaineistona käytettiin niin ikään tutkimushankkeessa kehitettyä tieverkkoaineistoa, joka perustuu liikenneviraston tuottamaan Digiroad-tieverkkoaineistoon teiden geometrian ja nopeusrajoitusten osalta. Aineistoa on tutkimushankkeessa muokattu vastaamaan paremmin todellisia pääkaupunkiseudun matka-aikoja huomioimalla risteyshidastuvaisuudet, sekä kävelyyn ja pysäköintiin kuluva aika. Näin ollen työkalu mahdollistaa kokonaismatkaketjujen laskemisen. Aineistolla on mahdollista tutkia matka-aikoja ruuhka-aikana (klo. 07:00-08:59 ja 15:00-16:59), keskipäivän aikana (klo. 09:00-14:59) tai koko päivän keskiarvona (07:00-17:00). (Jaakkola 2013; Toivonen et al. 2014) Saavutettavuusaikojen työnkulku on esitetty kaaviona kuvassa 11.

Saavutettavuus henkilöautolla tutkittiin liikuntapuistoille, liikuntasaleille, tekojääkentille ja uimahalleille/maauimaloille sekä nykytilanteessa ja tulevaisuuden skenaarioissa. Lähtöpisteinä käytettiin 250 x 250 metrin ruudukkoon yhdistettyä väestötietoa vuosilta 2016 ja väestöennustetta vuodelta 2040. Kohdepisteiksi annettiin liikuntapaikat. Mittauksissa käytettiin koko päivän

keskiarvoajoaikaa (klo. 07-17). Mittauksessa huomioitiin kokonaismatka-aika, jolloin ajoajan lisäksi myös pysäköintiin ja kävelyihin kulunut aika huomioitiin. Tämän tutkimuksen autoreitityksissä käytettiin kaikissa samaa pysäköintiin kuluva keskiarvoaikaa, joka on 0,42 minuuttia eli noin 25 sekuntia. Kävelynopeudeksi annettiin 70 metriä minuutissa. Vuoden 2040 autoajoissa etenkin Vartiosaaren ajoaikoihin tulee suhtautua varauksellisesti, sillä todellisen tieverkon puutteen vuoksi saarella sijaitsevat väestöpisteet ovat hypänneet lähimpään verkoston osaan, josta lähimpään matka-aika liikuntapaikkaan on laskettu.

#### **4.5.3.2. Kävelyreititykset**

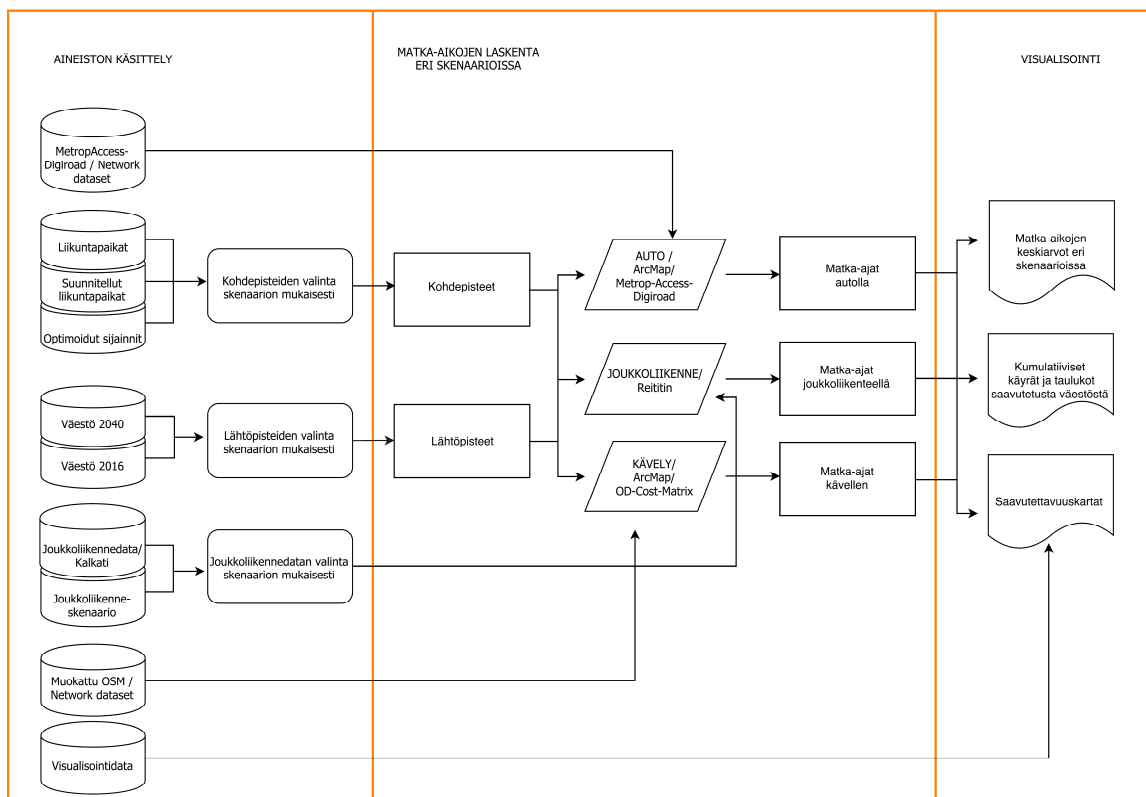
Saavutettavuus kävellessä tutkittiin lähiliikuntapaikoille, liikuntasaleille, liikuntapuistoille ja tekojääkentille. Kävelyreititykset toteutettiin ArcMap-ohjelmiston OD-Cost-Matrix –työkalulla. Matka-ajat laskettiin vuosien 2016 ja 2040 asutuista tilastoruuduista liikuntapaikkoihin. Kävelyn soveltuvana liikenneverkkona käytettiin OSM-aineistosta muokattua reititysaineistoa. OD-Cost-Matrix laskee lyhimmän reitin lähtöpisteistä kohdepisteisiin ja työkalu hyödyntää laskennassa Dijkstran algoritmia (ESRI 2017a). Kävelynopeudeksi annettiin 70 metriä minuutissa. Kävelyreitityksissä Suomenlinna ja Vartiosaari jätettiin pois sillä ne ovat todellisuudessa lauttaliikenteen varassa ja näin ollen kävelyn todenmukainen mallintaminen mantereelle ei olisi ollut mahdollista.

#### **4.5.3.3. Joukkoliikennereititykset**

Joukkoliikennetarkastelut suoritettiin Digital Geography Lab –tutkimushankkeessa kehitetyllä MetropAccess-Reitittimellä. Työkalu on suunniteltu pääkaupunkiseudun joukkoliikenne- ja kävelyreitityksiin. Reititin hyödyntää laskennassa Helsingin Seudun Liikenteen (HSL) joukkoliikenteen aikatauluja- ja reittitietokantoja, jotka saadaan HSL:n tuottamasta Kalkati-aineistosta. Aineisto sisältää tiedot valitulta aikaväliltä joukkoliikenteen aikatauluista ja reiteistä sekä kävelyosuuksista, jotka perustuvat OpenStreetMap-aineistoon. Joukkoliikennereitityksiä on mahdollista muokata erilaisilla parametreilla, joita ovat esimerkiksi lähtö- tai saapumiskellonaika, kävelynopeus, joukkoliikennelinjojen ja kulkumuotojen rajaaminen. Reitittimeen on mahdollista lisätä uusia joukkoliikennereittejä, jota voi hyödyntää esimerkiksi suunniteltujen joukkoliikenne matka-aikavaikutusten testaamiseen. Reititin soveltaa Dijkstran algoritmia lyhimmän reitin valitsemiseksi.

Saavutettavuus joukkoliikenteellä tutkittiin liikuntapuistoille, liikuntasaleille, tekojääkentille ja uimahalleille/maauimaloille skenaarioiden mukaisesti. Nykytilannetta kuvaavassa joukkoliikennereitityksessä käytettiin vuoden 2016 väestöpisteitä ja joukkoliikenneaikataulut

perustuivat maaliskuun 3. päivän 2017 joukkoliikenneaikatauluihin. Tulevaisuuden joukkoliikennereititys laskettiin vuoden 2040 väestöpisteistä ja maaliskuun 2017 kalkatiedoston lisäksi reititinajoon lisättiin joukkoliikenneskenaariot. Joukkoliikennereitityksissä sallittiin kaikki kulkumuodot (kävely, metro, bussi, juna, raitiovaunu ja lautta). Joukkoliikennereitityksissä huomioitiin kokonaismatkaketjut kotiovelta liikuntapaikalle, mutta laskennassa ei huomioitu mahdollista odottelua kotona. Reitityksessä käytettiin saapumisaikoja, ja ne haarukoitiin Golombin viivoittimen mukaisesti klo. 17.30–18.30 välille. Käytetty saapumisaika saatiin liikuntavirastolta ja sen perusteena käytettiin liikuntapaikkojen käyttöasteen osalta keskeistä aikaa. Joukkoliikennereitityksissä käytettiin saapumisaikaa lähtöajan sijaan, sillä lähtöpisteiden runsaan määrän vuoksi reititys on nopeampaa näin verrattuna siihen, että käytettäisiin lähtöaikoja.



Kuva 11. Kuvaus saavutettavuusanalyysien työvaiheista.

## 5. TULOKSET

### 5.1. Keskiarvomatka-ajat eri skenaarioissa

Taulukossa 5 esitetään keskiarvomatka-aikoja eri skenaarioissa. Taulukosta nähdään, että nykytilanteessa (2016\_a) kaikki liikuntapaikat ovat keskimäärin alle 15 minuutissa saavutettavissa autolla ja joukkoliikenteellä lukuun ottamatta tekojääkenttiä. Kävellen keskiarvomatka-ajat ovat kaikkien osalta yli 15 minuuttia, vaihdellen liikuntasalien noin 18 minuutin keski-arvosta tekojääkenttien 39 minuutin keskiarvoon. Taulukosta voidaan laskea skenaarioiden välisten erojen muutosta prosenteissa. Ilman uusia liikuntapaikkoja matka-ajat kävellen kasvavat nykytilanteesta (2016\_a) vuoteen 2040 mennessä (2040\_N) liikuntapuistojen osalta 17 %, liikuntasalien osalta 28 %, lähiliikuntapaikkojen osalta 3 % ja tekojääkenttien osalta 14 %. Autolla vastaavasti keskimääräisten matka-aikojen kasvu vaihtelee 5-8 %:n välillä liikuntapaikasta riippuen. Joukkoliikenteellä keskimääräiset matka-ajat kasvavat nykytilanteesta (2016\_b) noin 8-14 % vuoteen 2040 mennessä (2040\_N), kun joukkoliikenneverkostossa tapahtuvien muutosten vaikutus on vakioitu.

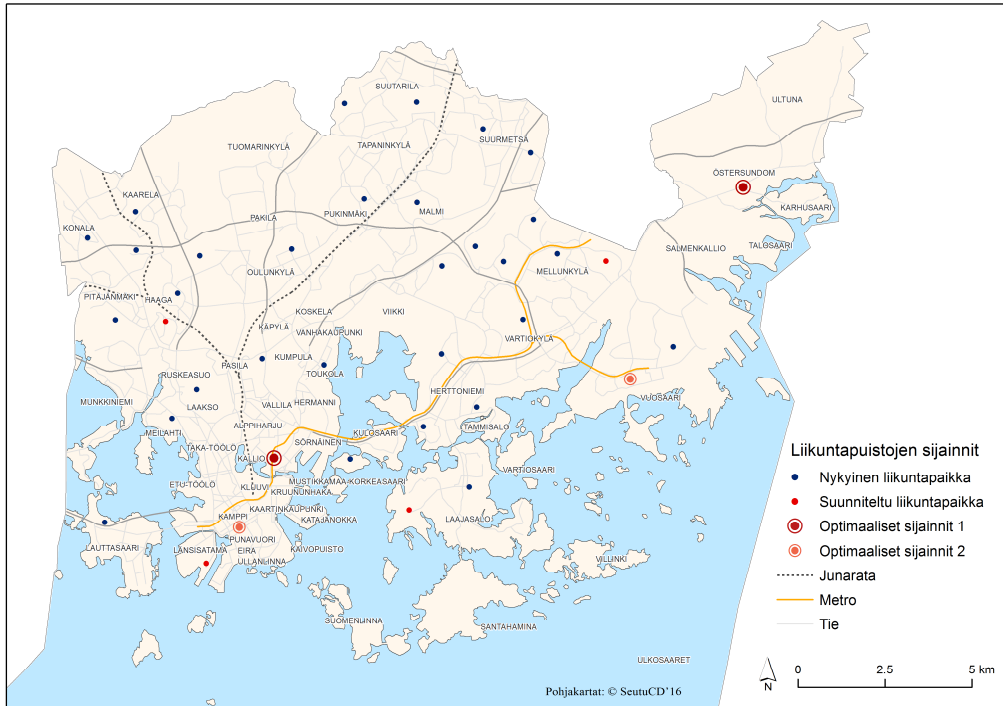
Taulukko 5. Keskiarvomatka-ajat asuttujen tilastoruutujen ja liikuntapaikkojen välillä eri skenaarioissa.

LIIKUNTAPUISTOT	2016_a	2016_b	2016_S	2040_N	2040_S	2040_O1	2040_O2
KÄVELY	23.4	-	20.6	27.4	23.6	18.8	17.1
AUTO	10.7	-	10.4	11.3	10.9	10.1	9.9
JOUKKOLIIKENNE	14.7	14.5	14.0	15.8	15.1	13.5	12.8
LIIKUNTASALIT	2016_a	2016_b	2016_S	2040_N	2040_S	2040_O1	2040_O2
KÄVELY	17.7	-	17.6	22.7	22.4	17.1	15.9
AUTO	10.0	-	10.0	10.8	10.7	10.1	9.9
JOUKKOLIIKENNE	11.9	11.8	11.8	13.4	13.3	12.2	11.7
LÄHILIIKUNTAPAIKAT	2016_a	2016_b	2016_S	2040_N	2040_S	2040_O1	2040_O2
KÄVELY	27.6	-	19.5	28.4	21.3	18.1	16.2
TEKOJÄÄKENTÄT	2016_a	2016_b	2016_S	2040_N	2040_S	2040_O1	2040_O2
KÄVELY	38.8	-	37.9	44.1	42.9	32.8	27.9
AUTO	14.7	-	14.4	15.5	15.2	13.6	12.9
JOUKKOLIIKENNE	19.4	19.1	19.1	20.6	20.5	17.9	16.6
UIMAHALLIT/ MAAUIMALAT	2016_a	2016_b	2016_S	2040_N	2040_S	2040_O1	2040_O2
AUTO	11.7	-	11.7	12.6	12.6	11.4	10.7
JOUKKOLIIKENNE	14.8	14.6	14.5	16.2	16.1	14.6	14.4



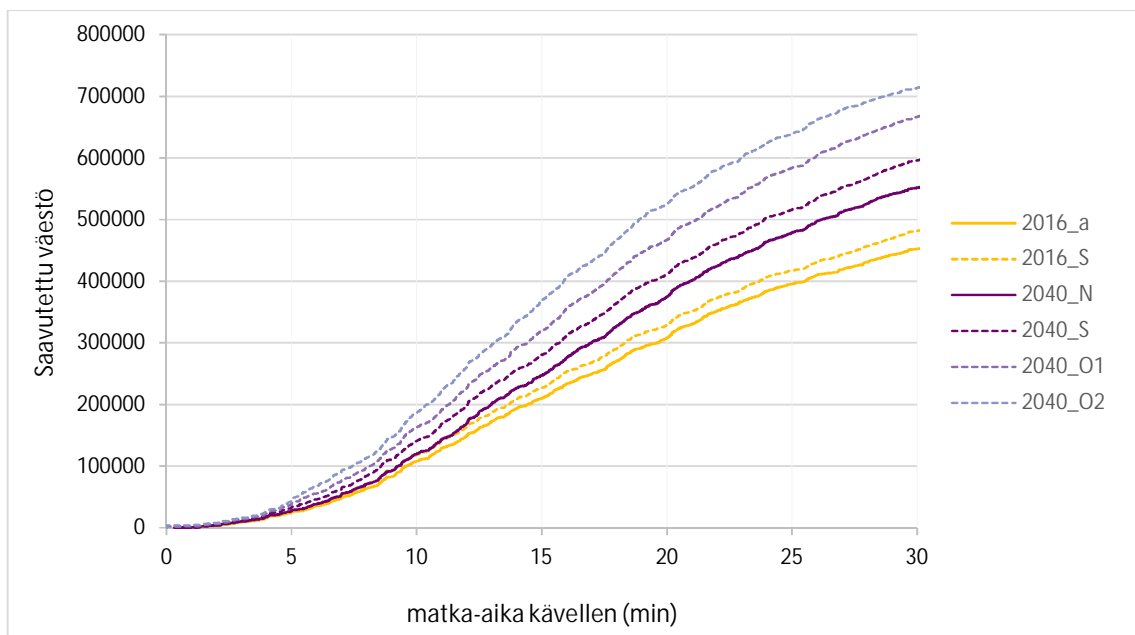
## 5.2. Liikuntapuistojen saavutettavuus ja optimaaliset sijainnit

Sijainti-allokaatio-analyysien perusteella optimaalisimmat sijainnit uusille liikuntapuistoille sijaitsevat Östersundomissa ja Kalliossa (kuva 12). Toiseksi optimaalisimmat sijainnit sijaitsevat Kampissa ja Vuosaaressa.



Kuva 12. Liikuntapuistojen optimaaliset sijainnit.

Liikuntapuistojen tavoittamia väestömääriä **kävellen** eri skenaarioissa kuvataan kumulatiivisilla käyrillä, jotka esittävät sitä, kuinka suuri osa väestöstä saavuttaa lähimmän liikuntapaikan absoluuttisesti eri matka-aika vyöhykkeiden sisällä (kuva 13). Saavutettuja väestömääriä matka-aika vyöhykkeiden sisällä esitetään myös taulukossa, johon on lisätty myös saavutetun väestön suhteellinen osuus (taulukko 6). Nykytilanteessa (2016\_a) noin 35 % väestöstä saavuttaa lähimmän liikuntapuiston alle 15 minuutissa. Ilman uusia liikuntapuistoja suhteellisesti harvempi saavuttaa enää samassa ajassa lähimmän paikan vuonna 2040 verrattuna nykytilanteeseen. Suunniteltujen liikuntapuistojen toteutuminen ylläpitäisi nykyistä palvelutasoa saavutettavien väestömäärien osalta. Optimoitujen ja suunniteltujen sijaintien toteutumisen jälkeen noin 48 % saavuttaisi lähimmin liikuntapuiston alle 15 minuutissa.

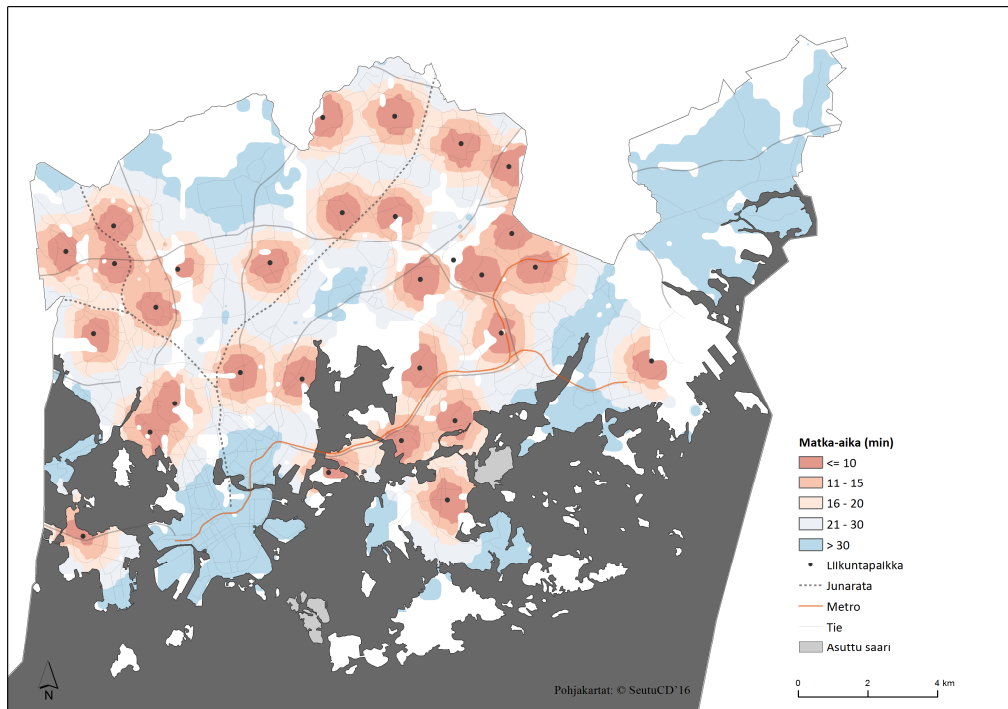


Kuva 13. Matka-aika lähimpään liikuntapuistoon kumulatiivisella väestömäärällä kävellessä nykytilanteessa ja eri skenaarioissa.

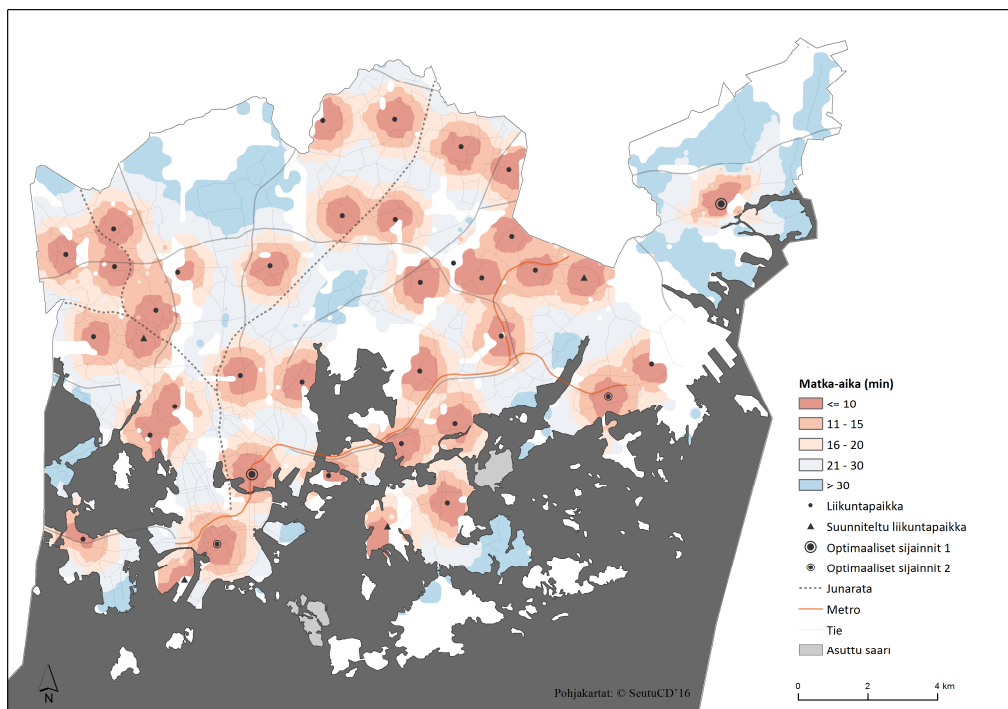
Taulukko 6. Saavutetut absoluuttiset väestömäärät ja niiden suhteelliset osuudet kävellessä lähimpään liikuntapuistoon.

LIIKUNTAPUISTOT	2016_a	2016_S	2040_N	2040_S	2040_O1	2040_O2
Kävely						
15 min tai alle	209 900 (34.6 %)	227 500 (37.5 %)	247 000 (31.8 %)	281 100 (36.2 %)	320 300 (41.2 %)	370 200 (47.6 %)
15 - 30 min	242 500 (40.0 %)	254 200 (41.9 %)	304 600 (39.2 %)	315 000 (40.5 %)	346 700 (44.6 %)	343 900 (44.2 %)
30 min tai yli	154 200 (25.4 %)	124 900 (20.6 %)	225 700 (29.0 %)	181 200 (23.3 %)	110 300 (14.2 %)	63 200 (8.1 %)

Vuonna 2040 nykyisillä liikuntapuistoilla pisimmät matka-ajat lähimmälle liikuntapuistolle kävellessä sijaitsevat Helsingin keskustassa, Östersundomissa, osassa Vuosaarella sekä Tuomarinkylässä ja osassa Laajasalossa (kuva 14). Jätkäsaareen ja Kruunuvuorenrantaan suunnitellut liikuntapuistot parantavat saavutettavuutta alueilla, joilla matka-ajat ovat ilman niitä yli 30 minuuttia (kuva 15). Sen sijaan kaksi muuta suunniteltua liikuntapuistoa sijoittuvat jo ennestään hyvin saavutettaville alueille. Optimoidut sijainnit lyhentävät keskustan, Östersundomin ja Vuosaaren alueilla asuvien kävelymatkoja liikuntapuistoihin.

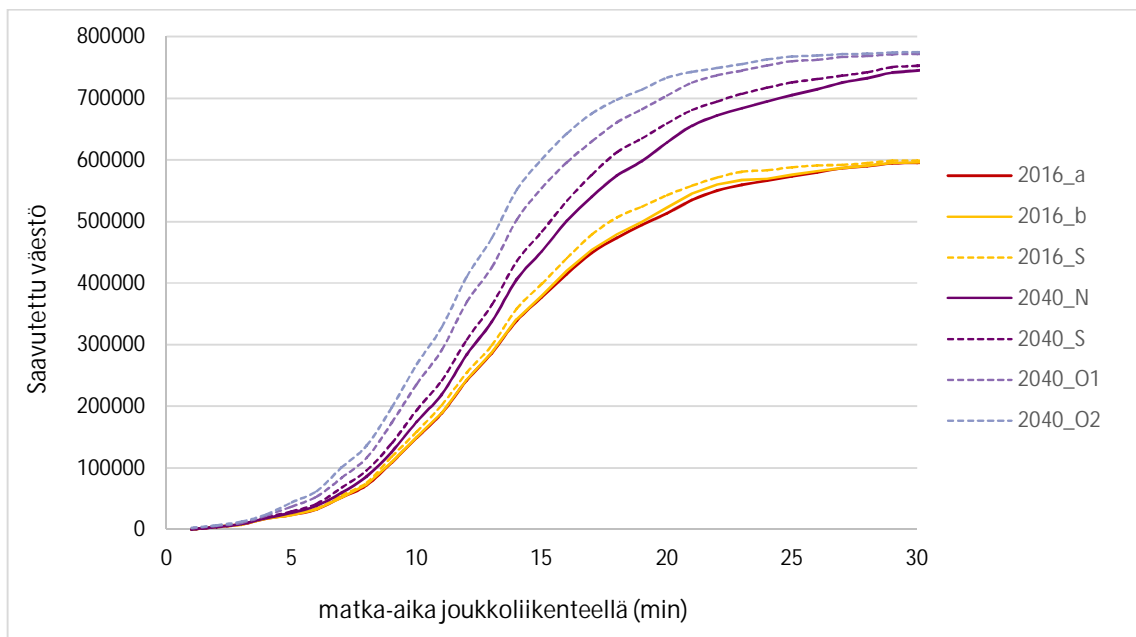


Kuva 14. Matka-aika minuutteina kävellen vuoden 2040 asutuilta alueilta lähimpään liikuntapuistoon.



Kuva 15. Matka-aika minuutteina kävellen vuoden 2040 asutuilta alueita lähimpään liikuntapuistoon. Mukana nykyisten liikuntapaikkojen lisäksi optimoidut ja suunnitellut sijainnit.

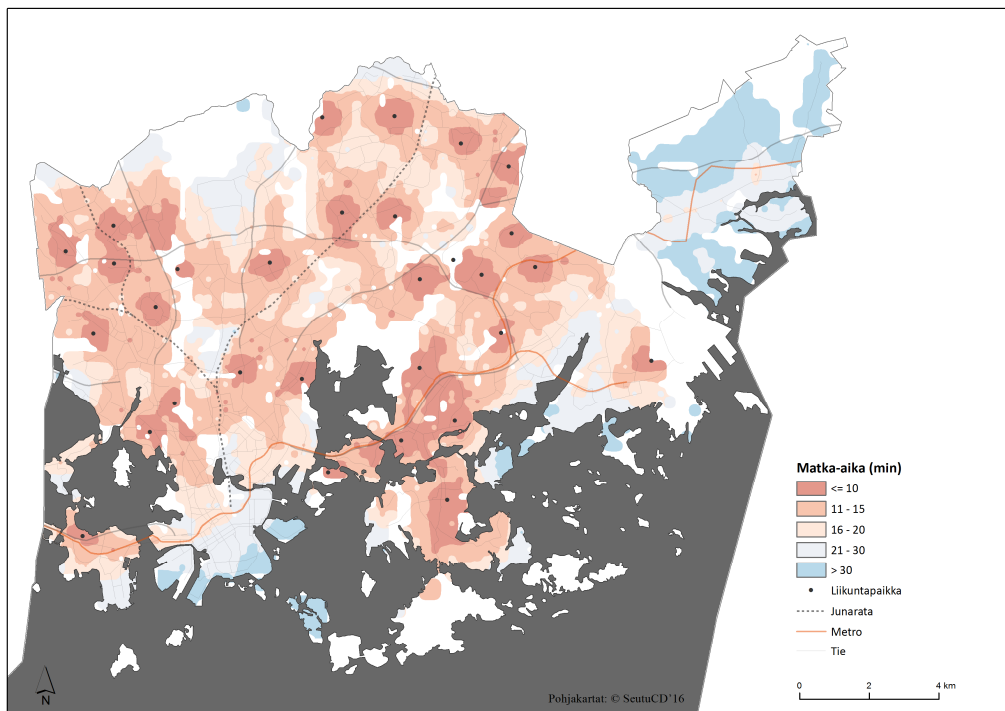
Lähes kaikki saavuttavat lähimmän liikuntapuiston **joukkoliikenteellä** alle puolessa tunnissa sekä nykytilanteessa että tulevaisuudessa ilman uusia liikuntapaikkoja (taulukko 7). Suunnitellut ja etenkin optimoidut sijainnit parantavat saavutettavuutta kaikilla matka-aika vyöhykkeillä vuoden 2040 väestöllä (kuva 16). Tulevaisuuden joukkoliikenneverkon huomioiminen parantaa saavutettavuutta, mutta vain maltillisesti.



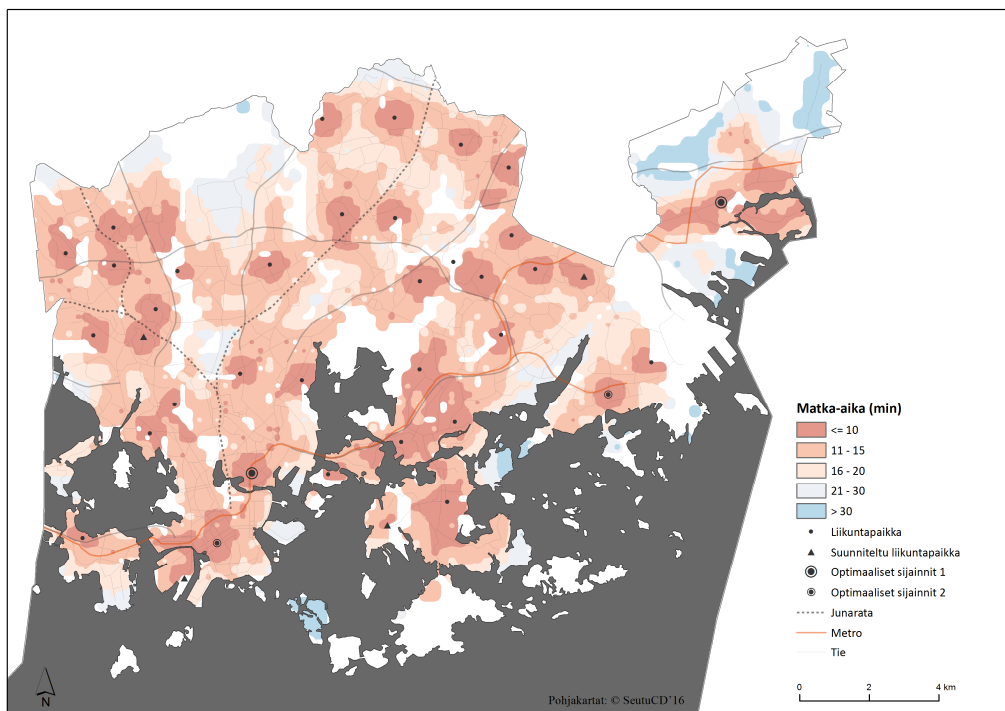
Kuva 16. Matka-aika lähimpään liikuntapuistoon kumulatiivisella väestömäärällä joukkoliikenteellä nykytilanteessa ja eri skenaarioissa.

Taulukko 7. Saavutetut absoluuttiset väestömäärät ja niiden suhteelliset osuudet joukkoliikenteellä lähimpään liikuntapuistoon.

LIIKUNTAPUISTOT	2016_a	2016_b	2016_S	2040_N	2040_S	2040_O1	2040_O2
Joukkoliikenne							
15 min tai alle	377 600 (62.2 %)	379 800 (62.5 %)	399 600 (65.8 %)	451 800 (57.8 %)	484 200 (61.9 %)	555 000 (71.0 %)	601 600 (76.9 %)
15 - 30 min	217 800 (35.9 %)	216 200 (35.6 %)	199 700 (32.9 %)	293 400 (37.5 %)	269 100 (34.4 %)	217 500 (27.8 %)	173 800 (22.2 %)
30 min tai yli	12 000 (2.0 %)	11 400 (1.9 %)	8 100 (1.3 %)	36 900 (4.7 %)	28 800 (3.7 %)	9 600 (1.2 %)	6 700 (0.9 %)



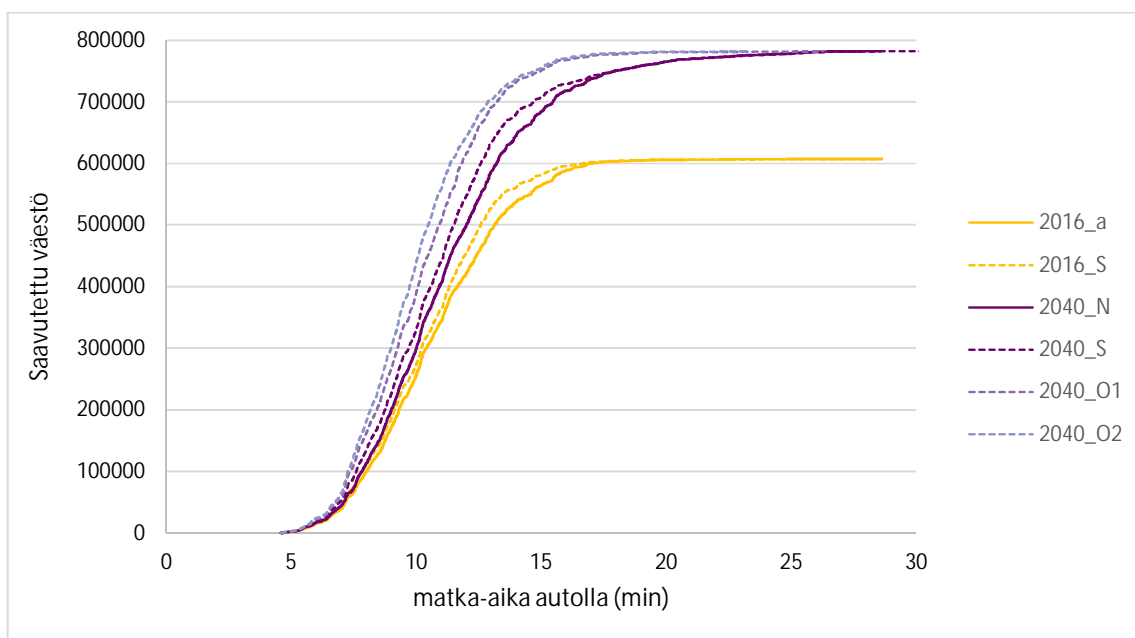
Kuva 17. Matka-aika minuutteina joukkoliikenteellä vuoden 2040 asuuiltal alueilta lähimpään liikuntapuistoon.



Kuva 18. Matka-aika minuutteina joukkoliikenteellä vuoden 2040 asuuiltal alueita lähimpään liikuntapuistoon. Mukana nykyisten liikuntapaikkojen lisäksi optimoidut ja suunnitellut sijainnit.

Alueellisesti tarkasteluna vuonna 2040 nykyisillä liikuntapuistoilla lähes koko Helsinki on hyvin saavutettavissa **joukkoliikenteellä** (kuva 17). Merkittävimmät alueet, joista kestää yli 30 minuuttia, sijaitsevat Östersundomissa ja osassa Helsingin keskustaa. Optimoidut sijainnit parantavat juuri näiden alueiden saavutettavuutta (kuva 18). Neljästä suunnitellusta liikuntapuistoista etenkin Jätkäsaaren suunniteltu parantaa saavutettavuutta alueella, jossa joukkoliikenteellä matka-ajat ovat yli 30 minuuttia.

Liikuntapuistojen saavutettavuus **autolla** on hyvä. Lähes kaikki saavuttavat lähimmän liikuntapuiston alle 15 minuutissa sekä nykytilanteessa että tulevaisuuden skenaarioissa (taulukko 8). Kuvasta 19 nähdään, että väestönkasvusta huolimatta ero vuoden 2016 ja 2040 välillä saavutetussa väestössä alkaa kunnolla näkyä vasta noin 10 minuutin kohdalla. Liitteessä 2 on esitetty saavutettavuutta autolla matka-aikakartoilla.



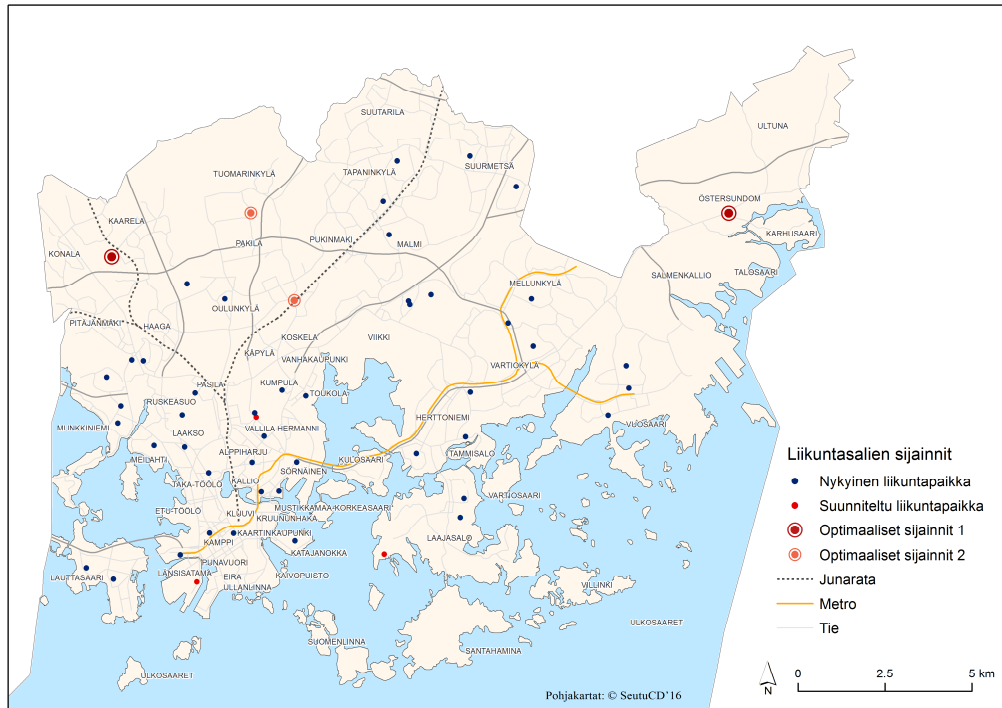
Kuva 19. Matka-aika lähimpään liikuntapuistoon kumulatiivisella väestömäärällä autolla nykytilanteessa ja eri skenaarioissa.

Taulukko 8. Saavutetut absoluuttiset väestömäärät ja niiden suhteelliset osuudet autolla lähimpään liikuntapuistoon.

LIIKUNTAPUISTOT	2016_a	2016_S	2040_N	2040_S	2040_O1	2040_O2
Auto						
15 min tai alle	564 900 (93.0 %)	582 700 (95.9 %)	684 600 (87.5 %)	709 100 (90.7 %)	752 200 (96.2 %)	756 600 (96.7 %)
15 - 30 min	42 500 (7.0 %)	24 700 (4.1 %)	97 500 (12.5 %)	73 000 (9.3 %)	29 900 (3.8 %)	25 500 (3.3 %)

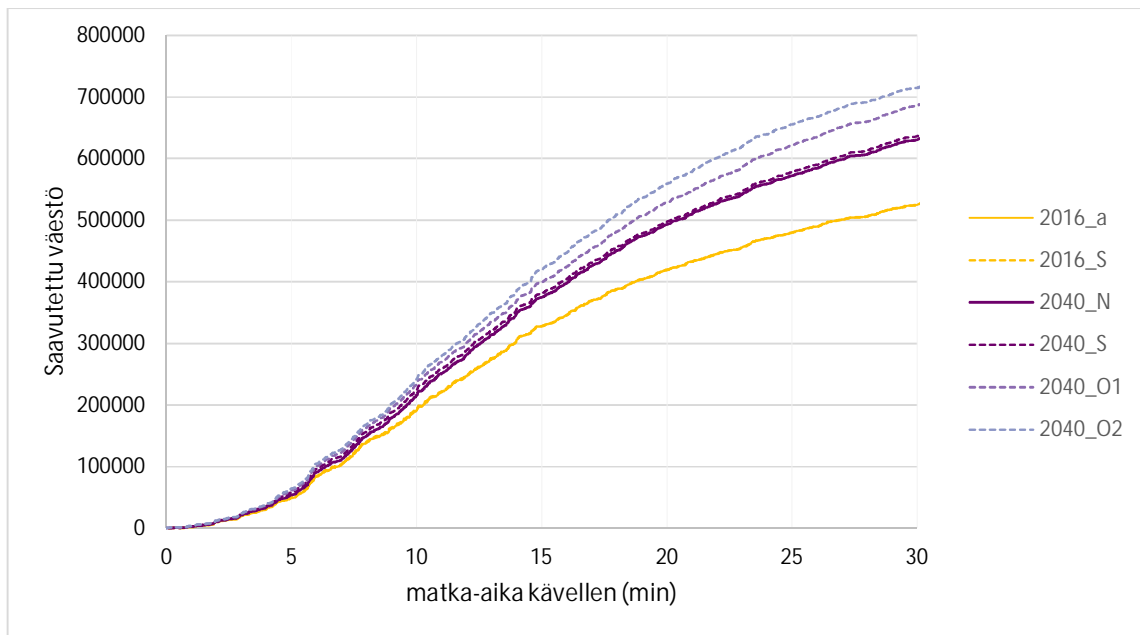
### 5.3. Liikuntasalien saavutettavuus ja optimaaliset sijainnit

Sijainti-allokaatio-analyysien perusteella optimaaliset sijainnit uusille liikuntasaleille sijaitsevat Östersundomissa ja Kaarelassa (kuva 20). Toiseksi optimaalisimmat sijainnit ovat Oulunkylässä ja Tuomarinkylässä.



Kuva 20. Liikuntasalien optimaaliset sijainnit vuodelle 2040.

Liikuntasalit ovat nykytilanteessa (2016\_a) hyvin saavutettavissa **kävelen**, sillä hiukan yli puolet väestöstä saavuttaa lähimmän salinsa alle 15 minuutissa (taulukko 9). Myös tulevaisuudessa (2040\_N) liikuntasalit ovat hyvin saavutettavissa kävelen, vaikka suhteellisesti harvempi saavuttaa lähimmän salinsa alle 15 minuutissa. Absoluuttisesti tarkastellen 15 minuutin vyöhykkeellä asuu 47 000 ihmistä enemmän kuin nykytilanteessa. Kuvasta 21 nähdään, että suunnitelluilla sijainneilla on sekä nykytilanteessa että tulevaisuudessa vain maltillinen vaikutus saavutettaviin väestömääriin. Optimoidut sijainnit sen sijaan lisäävät saavutettavaa väestöä, etenkin 15–30 minuutin matka-aikavyöhykkeellä, samalla kun yli 30 minuutin matkan päässä asuvien osuus pienenee.



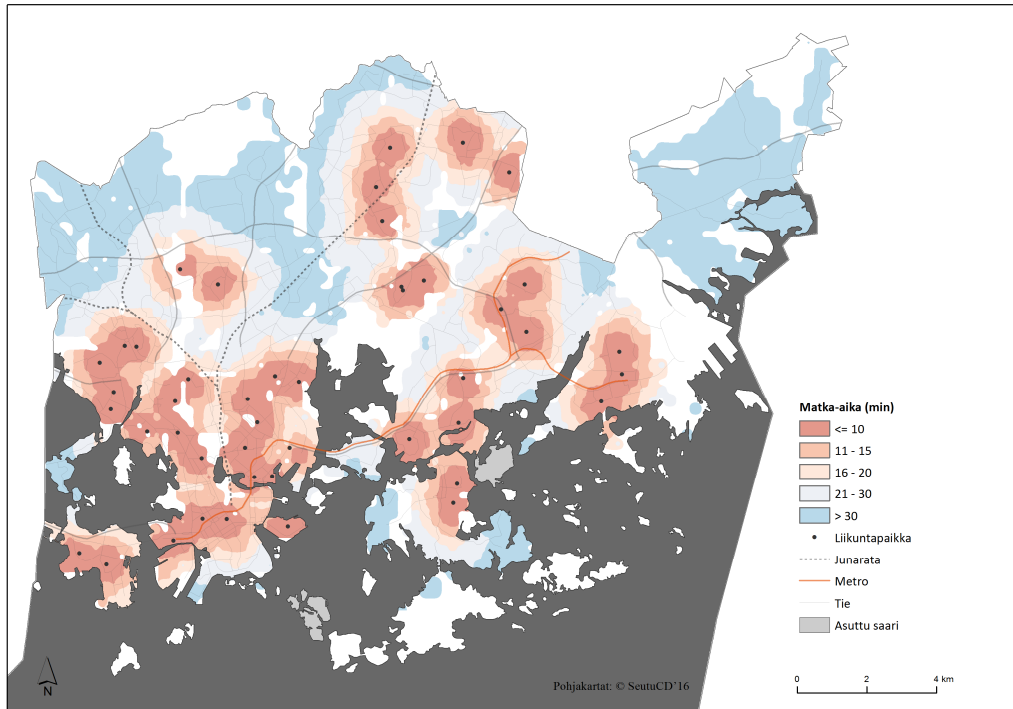
Kuva 21. Matka-aika lähimpään liikuntasaliin kumulatiivisella väestömäärällä kävellessä nykytilanteessa ja eri skenaarioissa.

Taulukko 9. Saavutetut absoluuttiset väestömäärät ja niiden suhteelliset osuudet kävellessä lähimpään liikuntasaliin.

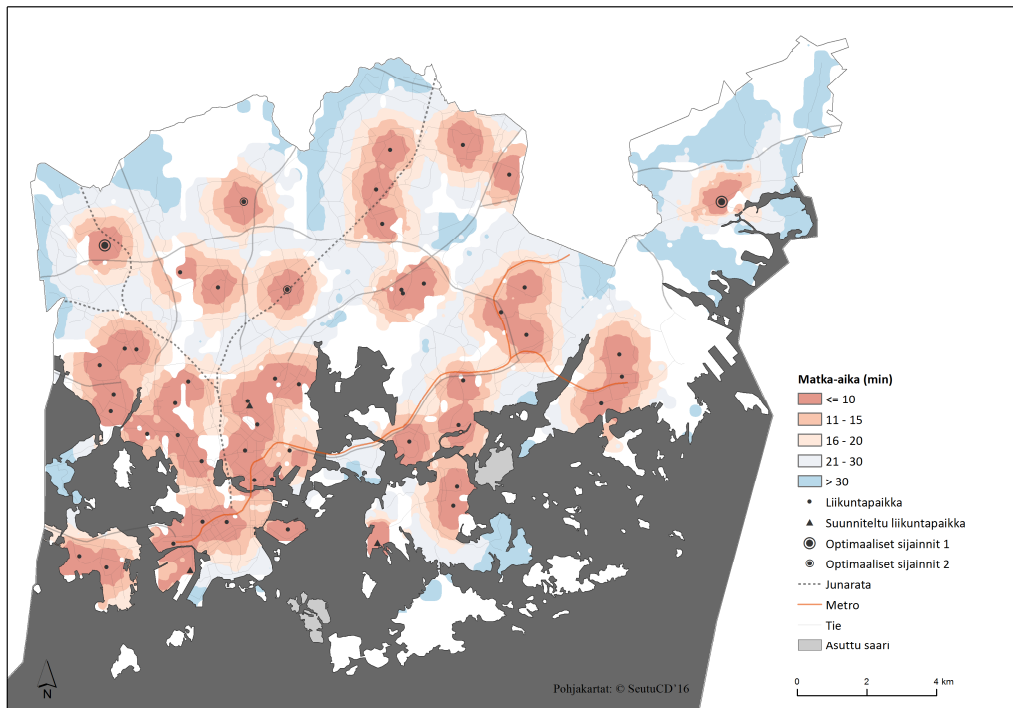
LIIKUNTASALIT	2016_a	2016_S	2040_N	2040_S	2040_O1	2040_O2
Kävely						
15 min tai alle	327 500 (54.0 %)	328 000 (54.1 %)	374 500 (48.2 %)	381 700 (49.1 %)	399 900 (51.4 %)	420 500 (54.1 %)
15 - 30 min	197 500 (32.6 %)	197 300 (32.5 %)	255 800 (32.9 %)	254 800 (32.8 %)	286 400 (36.8 %)	294 600 (37.9 %)
30 min tai yli	81 600 (13.5 %)	81 300 (13.4 %)	147 000 (18.9 %)	140 800 (18.1 %)	91 000 (11.7 %)	62 200 (8.0 %)

Vuonna 2040 nykyisillä liikuntasaleilla parhaiten saavutettavat alueet kävellessä sijaitsevat Helsingin keskustan alueella, metroradan varrella ja Koillis-Helsingissä (kuva 22). Sen sijaan huonoinen saavutettavat laajat alueet sijaitsevat Östersundomissa, Konalassa, Kaarelassa, Mustikkamaalla ja Tuomarinkylässä. Kuvasta 23 nähdään, että optimoidut liikuntasalit parantavat huomattavasti osan edellä mainituista alueista saavutettavuutta. Suunnitelluista liikuntasaleista Kruunuvuorenrantaan suunniteltu liikuntapaikka parantaa alueen saavutettavuutta. Muut suunnitellut liikuntasalit sijaitsevat jo valmiiksi hyvin saavutettavilla alueilla.



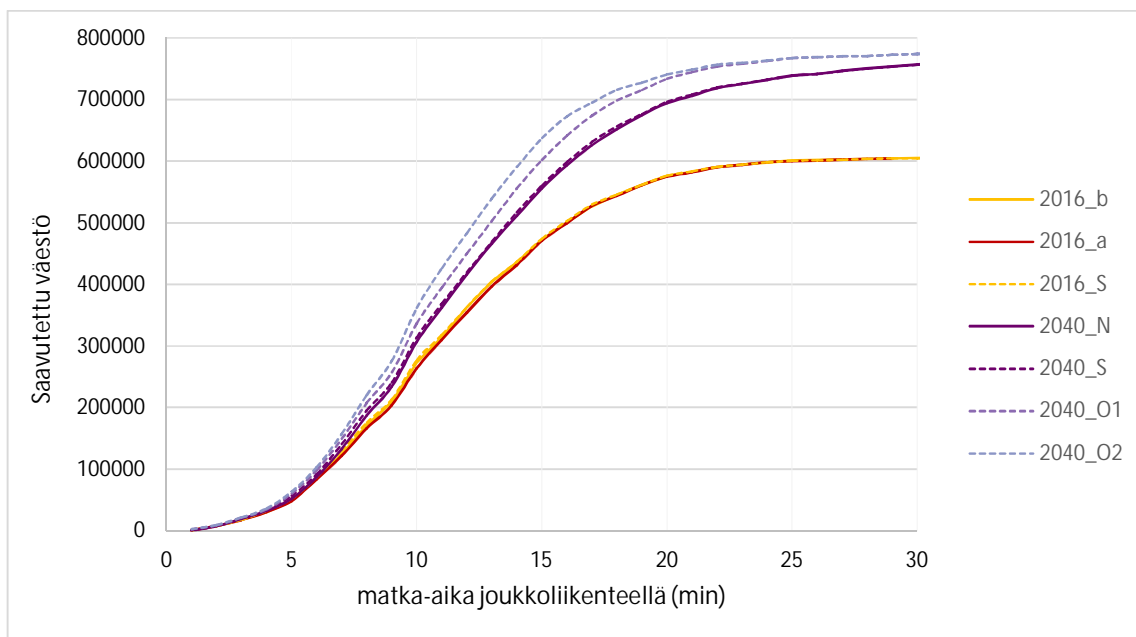


Kuva 22. Matka-aika minuutteina kävellen vuoden 2040 asuuiltal alueilta lähimpään liikuntasaliin.



Kuva 23. Matka-aika minuutteina kävellen vuoden 2040 asuuiltal alueilta lähimpään liikuntasaliin. Mukana nykyisten liikuntapaikkojen lisäksi optimoidut ja suunnitellut sijainnit.

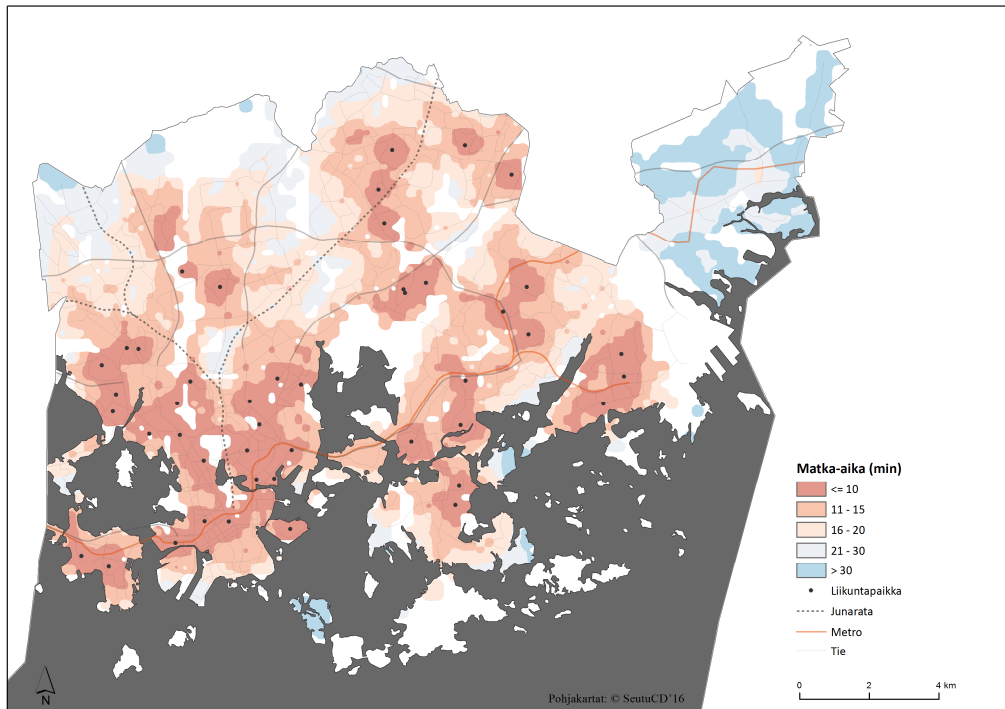
**Joukkoliikenteellä** liikuntasalien saavutettavuus on hyvä. Joukkoliikenteessä tapahtuvat muutokset huomioiden 15 minuutissa nykyiset liikuntapaikat saavuttaa väestöstä nykytilanteessa 77,9 % ja vuonna 2040 71,7 % väestöstä (taulukko 10). Vaikka alle 15 minuutissa hyvin saavutetun väestön suhteellinen osuus pienenee, niin liikuntasalien saavutettavuus joukkoliikenteellä pysyy hyvänä ilman uusia liikuntapaikkoja. Optimoidut sijainnit parantavat saavutettavuutta etenkin yli 10 minuutin etäisyyksillä (kuva 24).



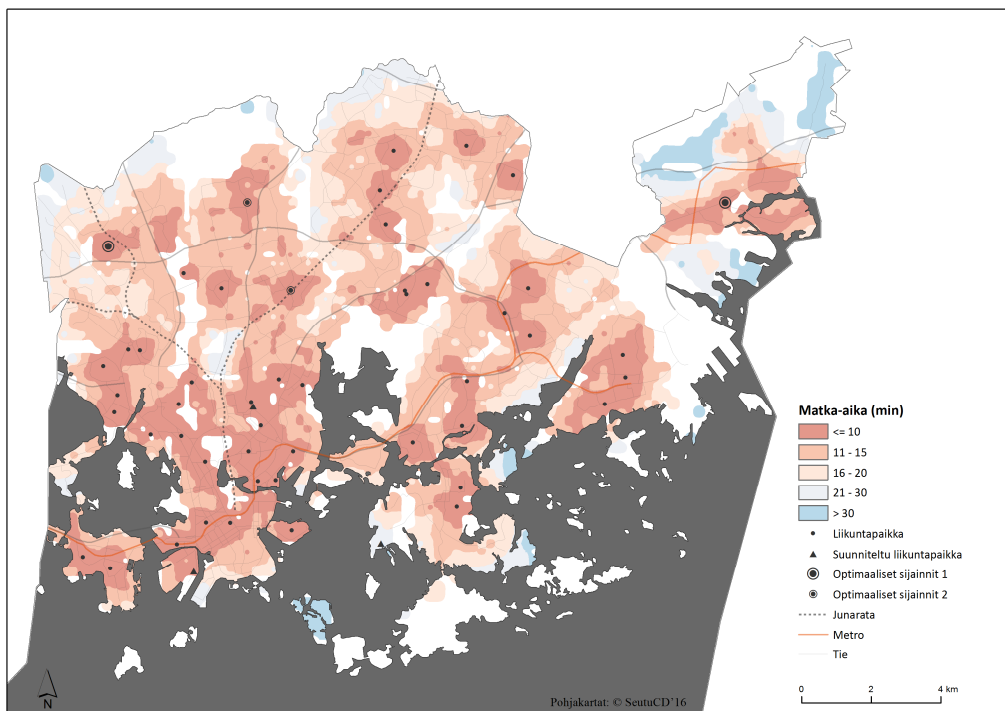
Kuva 24. Matka-aika lähimpään liikuntasaliin kumulatiivisella väestömäärällä joukkoliikenteellä nykytilanteessa ja eri skenaarioissa.

Taulukko 10. Saavutetut absoluuttiset väestömäärät ja niiden suhteelliset osuudet joukkoliikenteellä lähimpään liikuntasaliin.

LIIKUNTASALIT	2016_a	2016_b	2016_S	2040_N	2040_S	2040_O1	2040_O2
Joukkoliikenne							
15 min tai alle	470 900 (77.5 %)	473 100 (77.9 %)	474 500 (78.1 %)	555 700 (71.1 %)	561 100 (71.7 %)	602 500 (77.0 %)	637 900 (81.6 %)
15 - 30 min	134 000 (22.1 %)	132 000 (21.7 %)	130 600 (21.5 %)	201 200 (25.7 %)	195 800 (25.0 %)	172 100 (22.0 %)	136 700 (17.5 %)
30 min tai yli	2 500 (0.4 %)	2 300 (0.4 %)	2 300 (0.4 %)	25 200 (3.2 %)	25 200 (3.2 %)	7 500 (1.0 %)	7 500 (1.0 %)



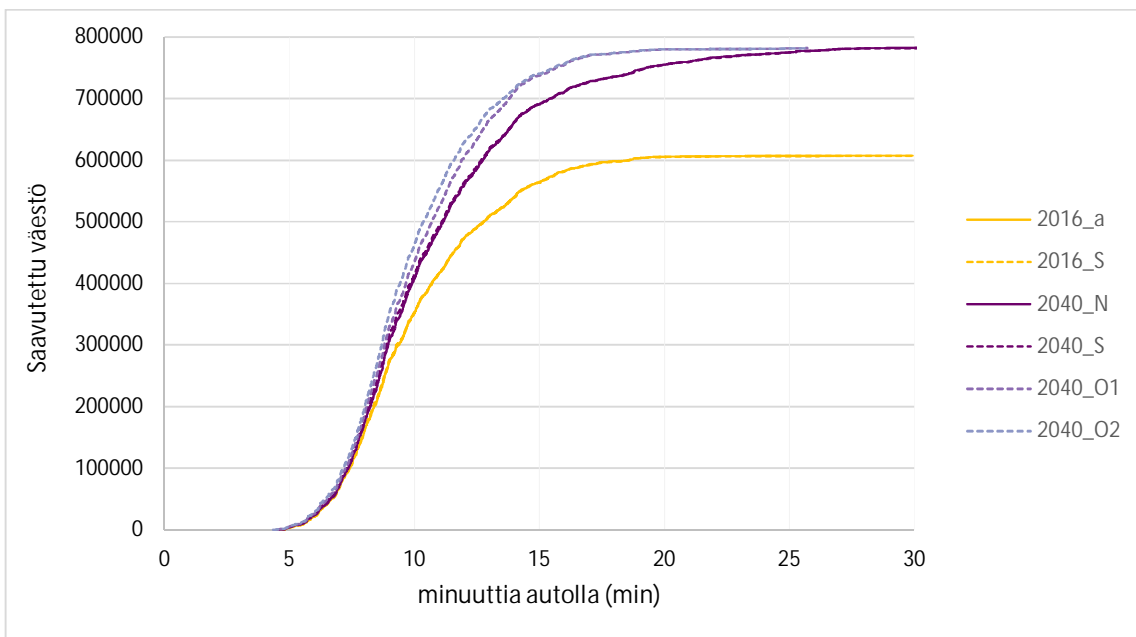
Kuva 25. Matka-aika minuutteina joukkoliikenteellä vuoden 2040 asuilta alueilta lähimpään liikuntasaliin.



Kuva 26. Matka-aika minuutteina joukkoliikenteellä vuoden 2040 asuilta alueilta lähimpään liikuntasaliin. Mukana nykyisten liikuntapaikkojen lisäksi optimoidut ja suunnitellut sijainnit.

Vuonna 2040 liikuntasalien saavutettavuus joukkoliikenteellä on hyvä lähes koko Helsingissä (kuva 25). Ainoastaan Östersundomissa on laajoja alueita, joita ei saavuteta alle puolessa tunnissa. Myös Suomenlinnassa, Vartiosaaressa ja Kaarelassa on alueita joita ei saavuteta puolessa tunnissa. Optimoidut sijainnit parantavat etenkin Östersundomin saavutettavuutta joukkoliikenteellä, jossa uusi liikuntasali lisäisi alle 20 minuutissa saavutettavaa aluetta (kuva 26). Myös kolme muuta sijaintia parantaisivat saavutettavuutta, mutta alueilla joilla saavutettavuus on jo alle 30 minuuttia ja jopa alle 20 minuuttia ilman uusiakin liikuntasaleja. Suunnitellut liikuntasalit eivät paranna merkittävästi saavutettavuutta joukkoliikenteellä, koska ne sijaitsevat alueilla, jotka ovat jo muutenkin hyvin saavutettavissa.

Liikuntasalien saavutettavuus **autolla** on hyvä. Lähes kaikki saavuttavat lähimmän liikuntasalin alle 15 minuutissa nykytilanteessa ja tulevaisuuden skenaarioissa (taulukko 11). Kuvasta 27 nähdään, että suunnitelluilla sijainneilla ei ole merkittävää vaikutusta saavutettaviin väestömääriin. Liitteessä 3 on esitetty saavutettavuutta matka-aikakartoilla.



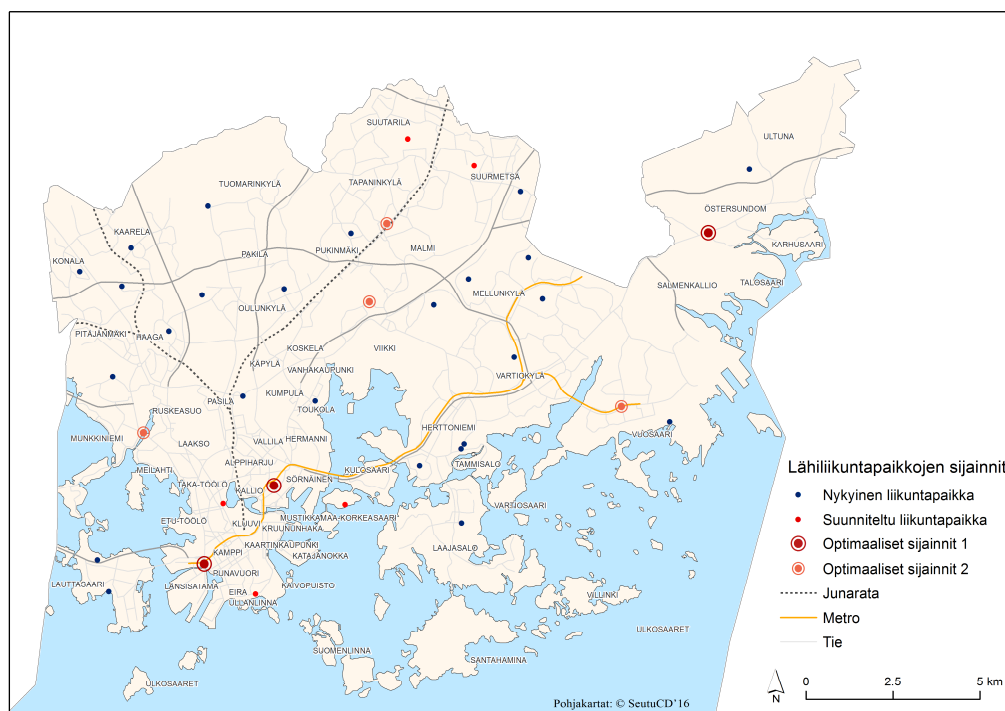
Kuva 27. Matka-aika lähimpään liikuntasaliin kumulatiivisella väestömäärällä autolla nykytilanteessa ja eri skenaarioissa.

Taulukko 11. Saavutetut absoluuttiset väestömäärät ja niiden suhteelliset osuudet autolla lähimpään liikuntasaliin.

LIIKUNTASALIT	2016_a	2016_S	2040_N	2040_S	2040_O1	2040_O2
Auto						
15 min tai alle	564 000 (92.9 %)	564 000 (92.9 %)	690 500 (88.3 %)	691 100 (88.4 %)	737 700 (94.3 %)	740 600 (94.7 %)
15 - 30 min	43 400 (7.1 %)	43 400 (7.1 %)	91 600 (11.7 %)	91 000 (11.6 %)	44 400 (5.7 %)	41 500 (5.3 %)

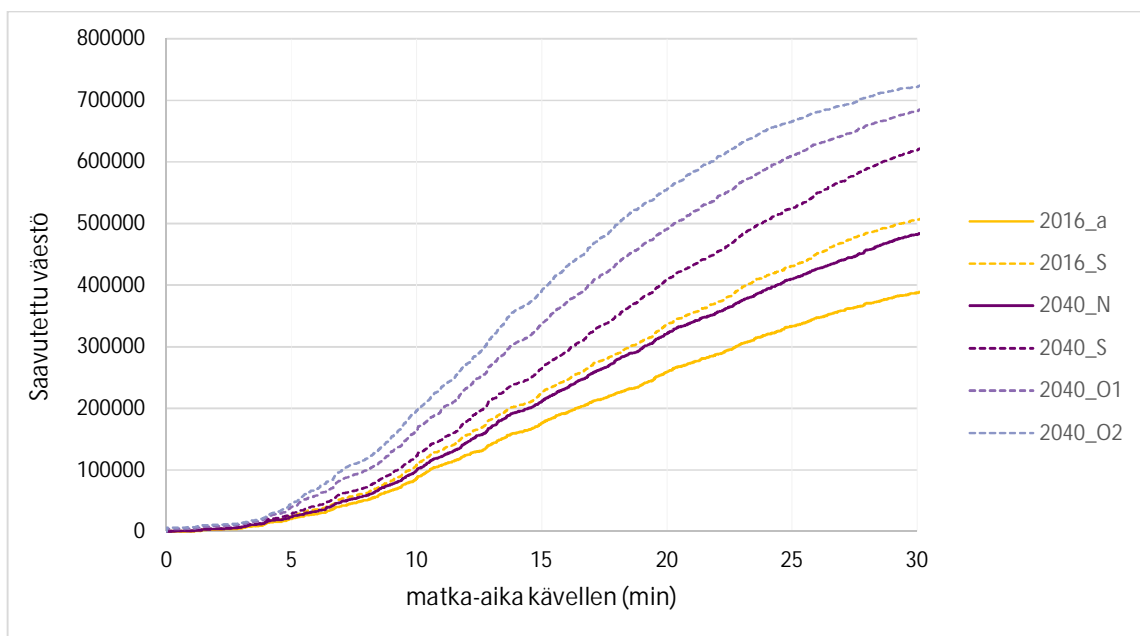
#### 5.4. Lähiliikuntapaikkojen saavutettavuus ja optimaaliset sijainnit

Sijainti-allokaatio-analyysien mukaan optimaalisimmat sijainnit uusille lähiliikuntapaikoille sijaitsevat Kampissa, Kalliossa ja Östersundomissa (kuva 28). Näiden lisäksi optimaalisia sijainteja ovat Vuosaari, Malmi ja Munkkiniemi.



Kuva 28. Lähiliikuntapaikkojen optimaaliset sijainnit.

Nykytilanteessa 15 minuutissa lähimmän lähiliikuntapaikan saavuttaa kävellen 29 % väestöstä ja tulevaisuudessa 27 % (taulukko 12), joten ero ajankohtien välillä ei ole kovin suuri. Suunnitellut liikuntapaikat (5 paikkaa) parantaisivat huomattavasti saavutettavuutta sekä vuoden 2016 että 2040 väestöllä (kuva 29). Myös optimoidut sijainnit parantavat saavutettavuutta etenkin niiden osalta, joilla on kaikkein pisimmät matka-ajat (yli 30 minuuttia).

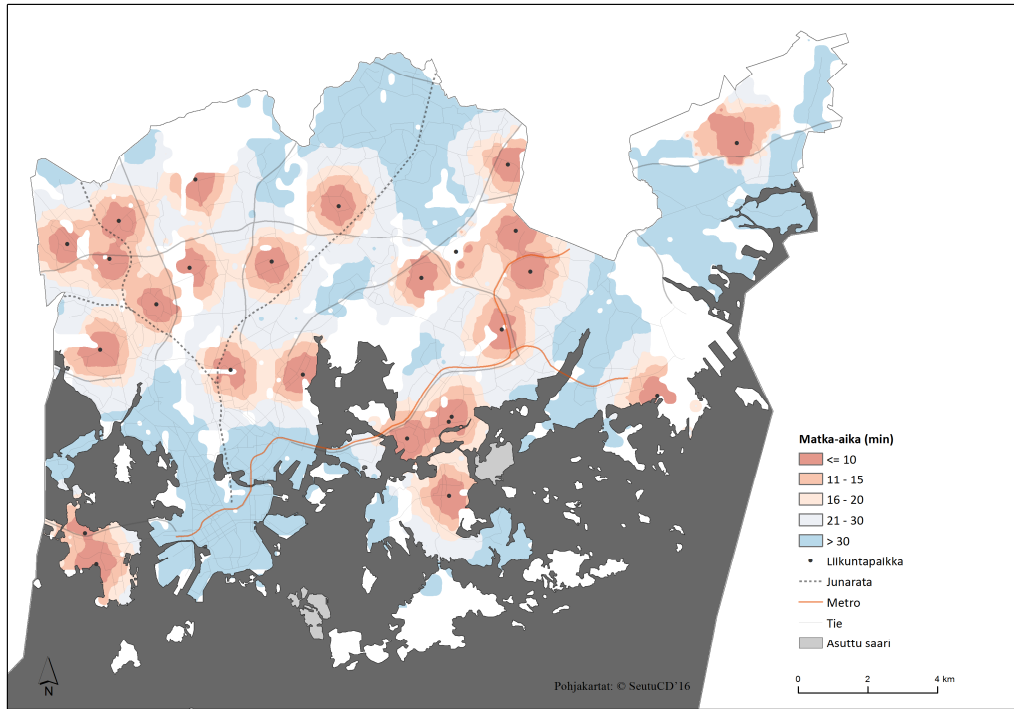


Kuva 29. Matka-aika lähimmälle lähiliikuntapaikalle kumulatiivisella väestömäärällä kävellen nykytilanteessa ja eri skenaarioissa.

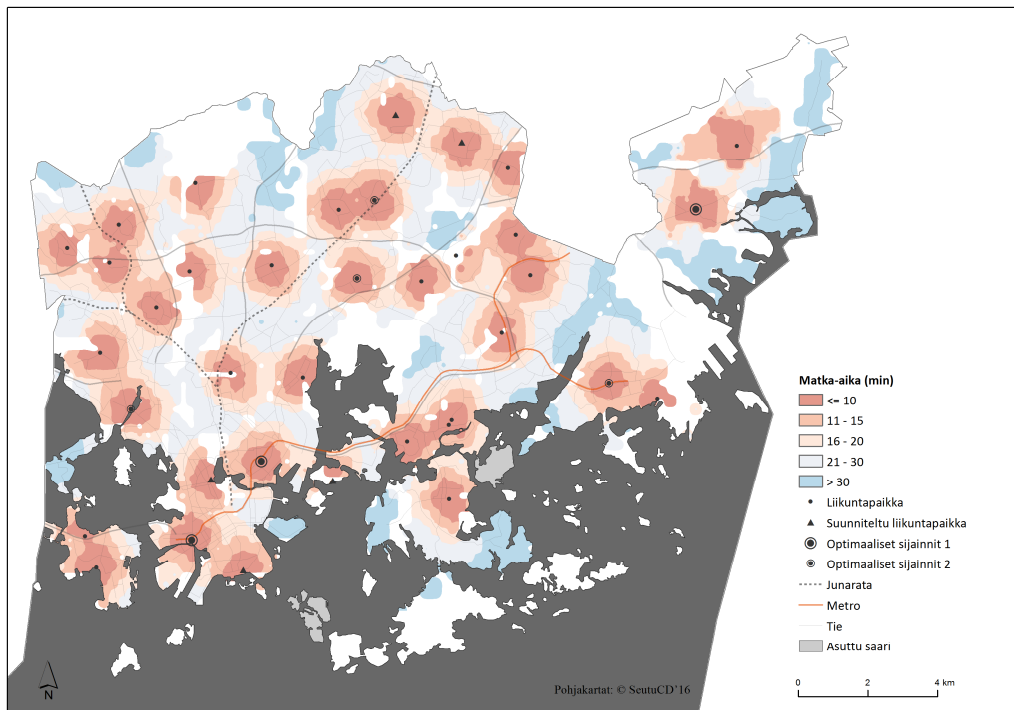
Taulukko 12. Saavutetut absoluuttiset väestömäärät ja niiden suhteelliset osuudet kävellen lähimmälle lähiliikuntapaikalle.

Lähiliikuntapaikat Kävely	2016_a	2016_S	2040_N	2040_S	2040_O1	2040_O2
15 min tai alle	176 300 (29.1 %)	225 700 (37.2 %)	212 000 (27.3 %)	265 500 (34.2 %)	337 000 (43.4 %)	391 800 (50.4 %)
15 - 30 min	211 200 (34.8 %)	280 800 (46.3 %)	270 300 (34.8 %)	353 800 (45.5 %)	345 700 (44.5 %)	330 300 (42.5 %)
30 min tai yli	219 100 (36.1 %)	100 100 (16.5 %)	295 000 (38.0 %)	158 000 (20.3 %)	94 600 (12.2 %)	55 200 (7.1 %)

Vuonna 2040 Helsingissä on runsaasti alueita, joista matka-aika lähimmälle lähiliikuntapaikalle **kävellen** on yli 15 tai jopa yli 30 minuuttia (kuva 30). Kaikkein huonoiten saavutettavat alueet sijaitsevat muun muassa Helsingin keskustan alueella, Östersundomissa, Suutarilassa, Suurmetsässä, Meilahdessa ja Vuosaaressa. Sekä optimoidut että kaksi suunniteltua lähiliikuntapaikkaa parantavat huomattavasti keskustan saavutettavuutta (kuva 31). Suunnitelluista liikuntapaikoista myös Suutarilaan, Suurmetsään ja Mustikkasaareen suunnitellut paikat parantavat saavutettavuutta alueilla, joista on nykyisillä paikoilla yli 20 ja jopa yli 30 minuutin kävelymatka lähiliikuntapaikalle.



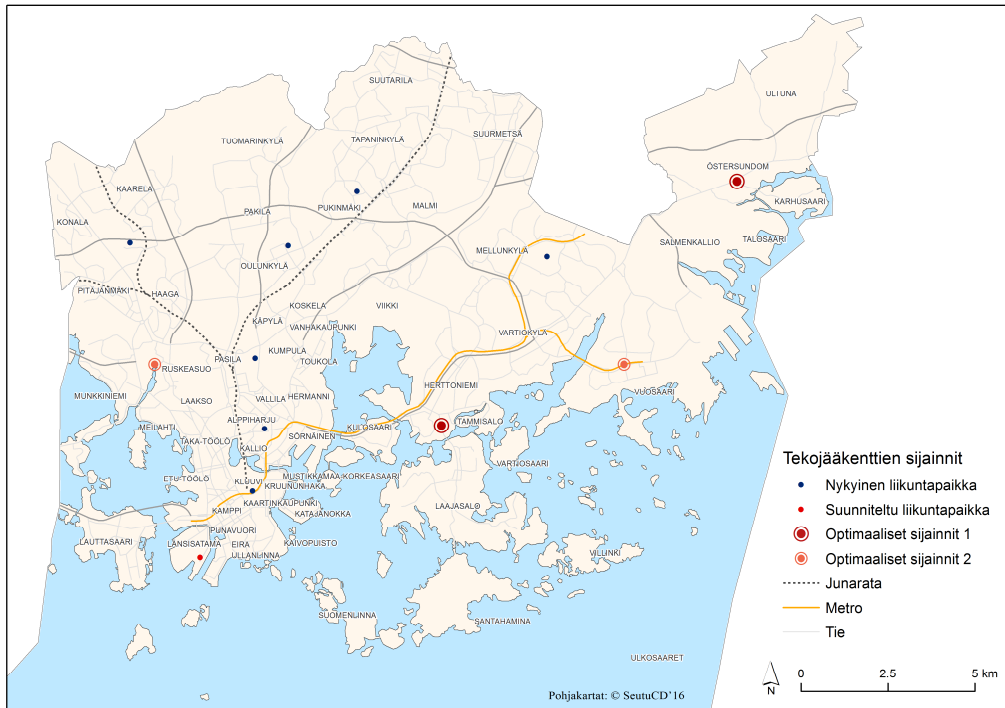
Kuva 30. Matka-aika minuutteina kävellen vuoden 2040 asutuilta alueilta lähimmälle lähiliikuntapaikalle.



Kuva 31. Matka-aika minuutteina kävellen vuoden 2040 asutuilta alueita lähimmälle lähiliikuntapaikalle. Mukana nykyisten liikuntapaikkojen lisäksi optimoidut ja suunnitellut sijainnit.

## 5.5. Tekojääkenttien saavutettavuus ja optimaaliset sijainnit

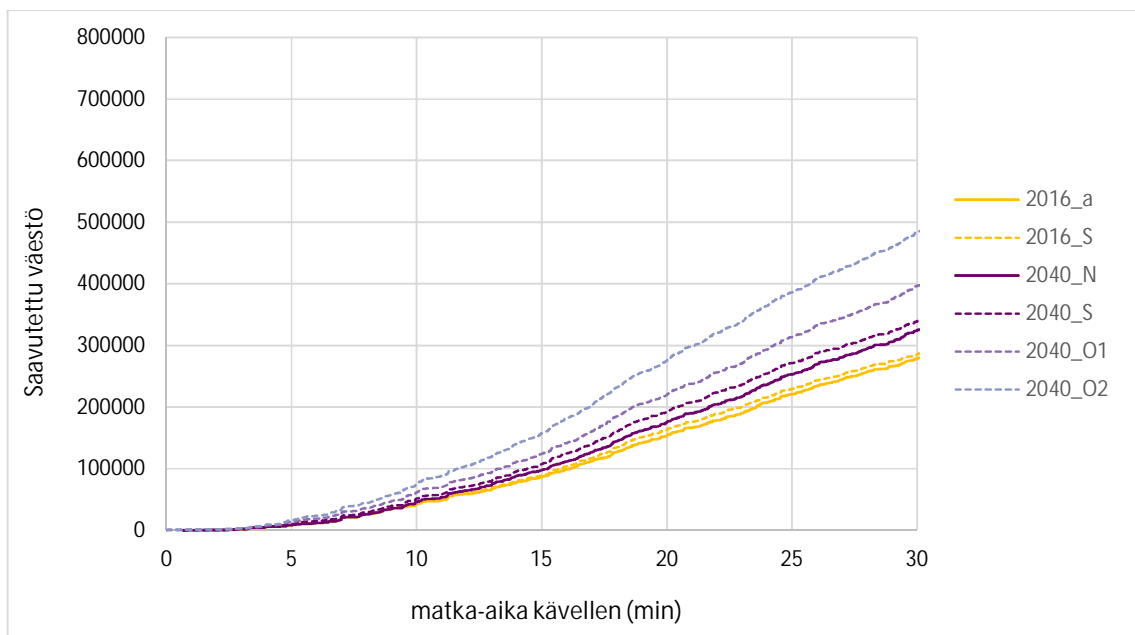
Sijainti-allokaatio-analyysien perusteella optimaalisimmat sijainnit uusille tekojääkentille sijaitsevat Herttoniemessä ja Östersundomissa (kuva 32). Toiseksi optimaalisimmat sijainnit ovat Vuosaarella ja Haagan/Ruskeasuon alueilla.



Kuva 32. Tekojääkenttien optimaalisimmat sijainnit.

Tekojääkentät ovat kohtuullisen huonosti saavutettavissa **kävelen**. Nykytilanteessa 15 minuutissa noin 14 % saavuttaa lähimmän tekojääkenttensä alle 15 minuutissa ja vuoden 2040 väestöllä saavutetaan 15 minuutissa noin 12,5 % (taulukko 13). Suunniteltu yksi tekojääkenttä parantaa saavutettavuutta etenkin tulevaisuuden väestöllä. Myös optimoidut sijainnit tuovat selkeää parannusta saavutettavuuteen (kuva 33).



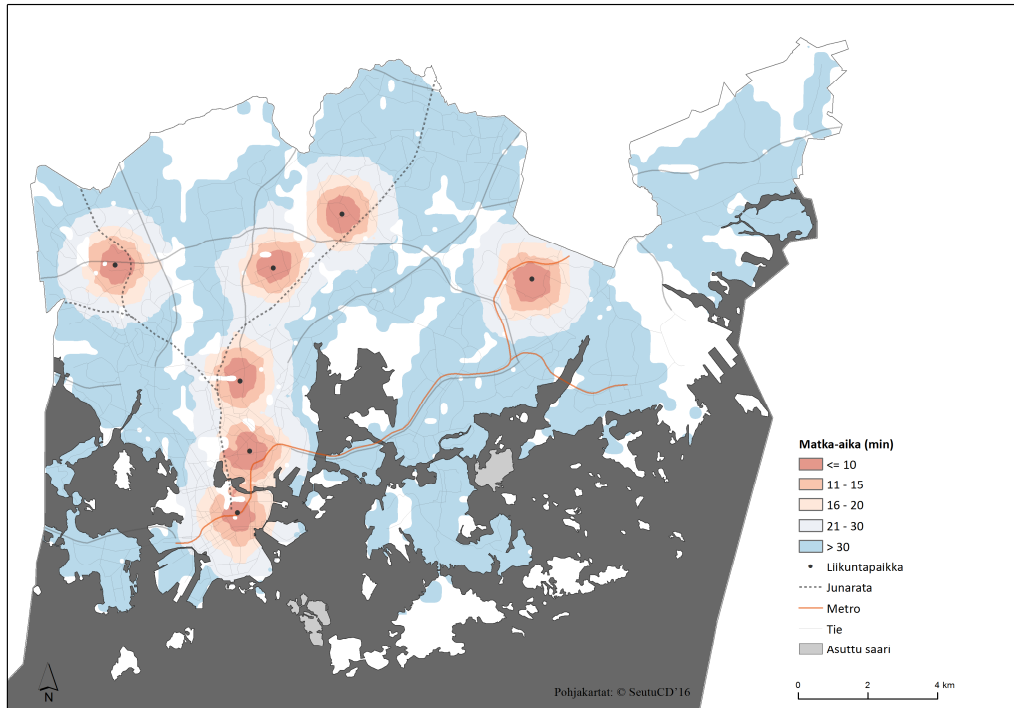


Kuva 33. Matka-aika lähimmälle tekojääkentälle kumulatiivisella väestömäärällä kävellen nykytilanteessa ja eri skenaarioissa.

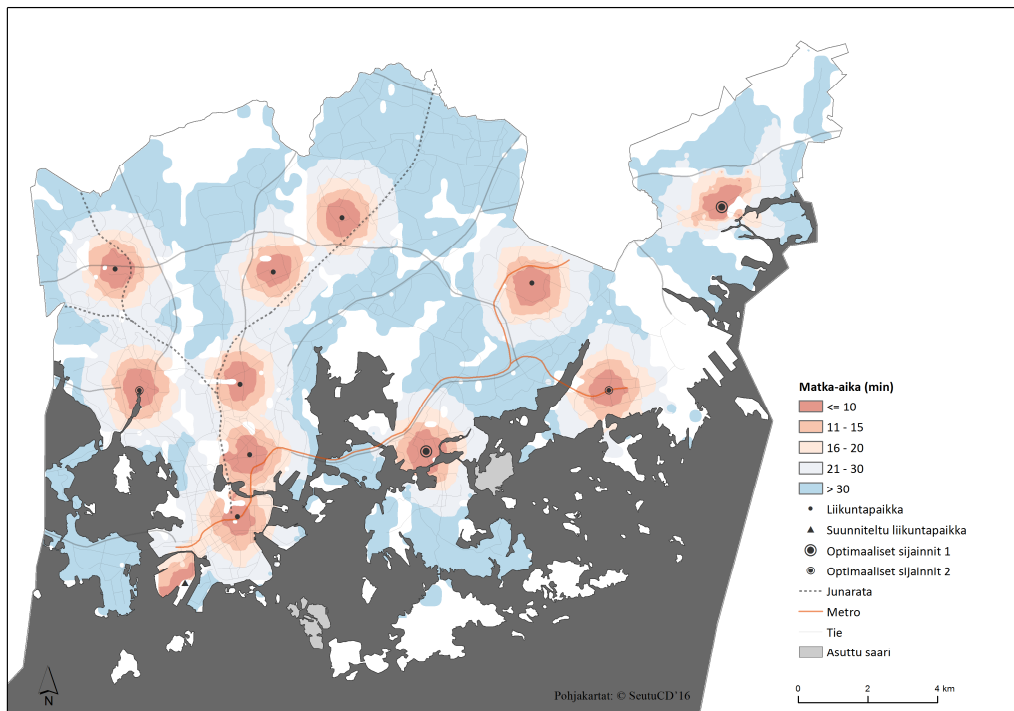
Taulukko 13. Saavutetut absoluuttiset väestömäärät ja niiden suhteelliset osuudet kävellen lähimmälle tekojääkentälle.

Tekojääkentät	2016_a	2016_S	2040_N	2040_S	2040_O1	2040_O2
Kävely						
15 min tai alle	85 800 (14.1 %)	88 700 (14.6 %)	97 200 (12.5 %)	107 400 (13.8 %)	124 200 (16.0 %)	158 200 (20.4 %)
15 - 30 min	192 100 (31.7 %)	196 500 (32.4 %)	226 500 (29.1 %)	231 500 (29.8 %)	272 200 (35.0 %)	325 700 (41.9 %)
30 min tai yli	328 700 (54.2 %)	321 400 (53.0 %)	453 600 (58.4 %)	438 400 (56.4 %)	380 900 (49.0 %)	293 400 (37.7 %)

Vuonna 2040 nykyisillä tekojääkentillä suurin osa Helsingistä jää yli 30 minuutin päähän lähimmästä tekojääkentästä kävellen (kuva 34). Etenkin Itä-Helsingissä saavutettavuus on huono. Optimoidut sijainnit ja Jätkäsaaren suunniteltu tekojääkenttä parantavat saavutettavuutta kävellen uusien paikkojen ympärillä, mutta edelleen merkittävä osa Helsingistä jää yli 30 minuutin kävelymatkan tekojääkentästä (kuva 35).

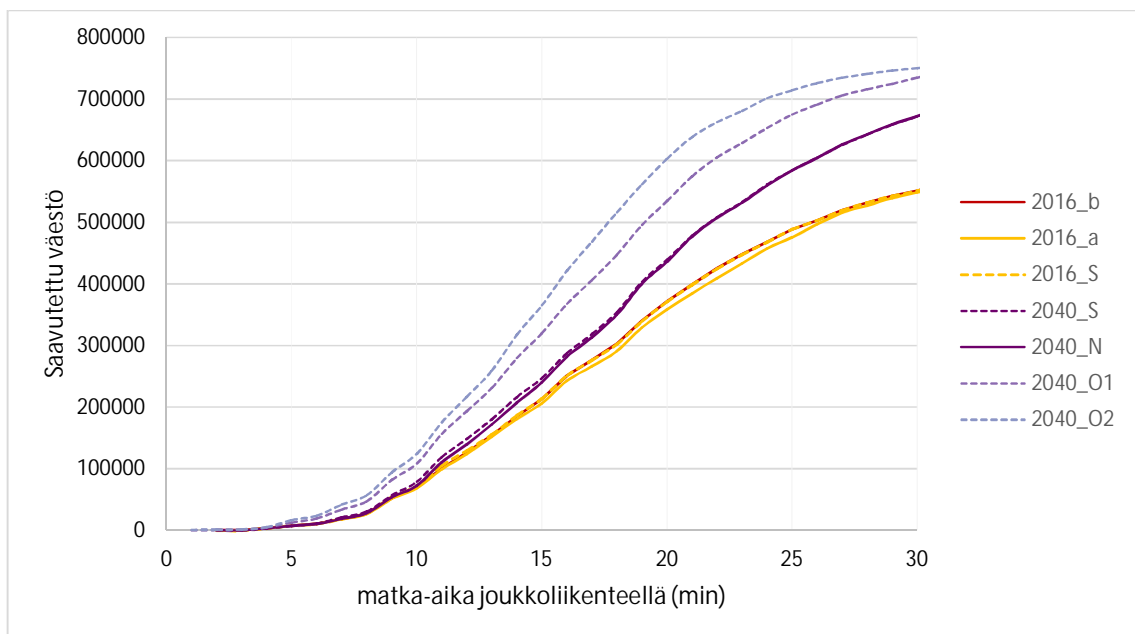


Kuva 34. Matka-aika minuutteina kävellen vuoden 2040 asutuilta alueilta lähimmälle tekojääkentälle.



Kuva 35. Matka-aika minuutteina kävellen vuoden 2040 asutuilta alueita lähimmälle tekojääkentälle. Mukana nykyisten liikuntapaikkojen lisäksi optimoidut ja suunnitellut sijainnit.

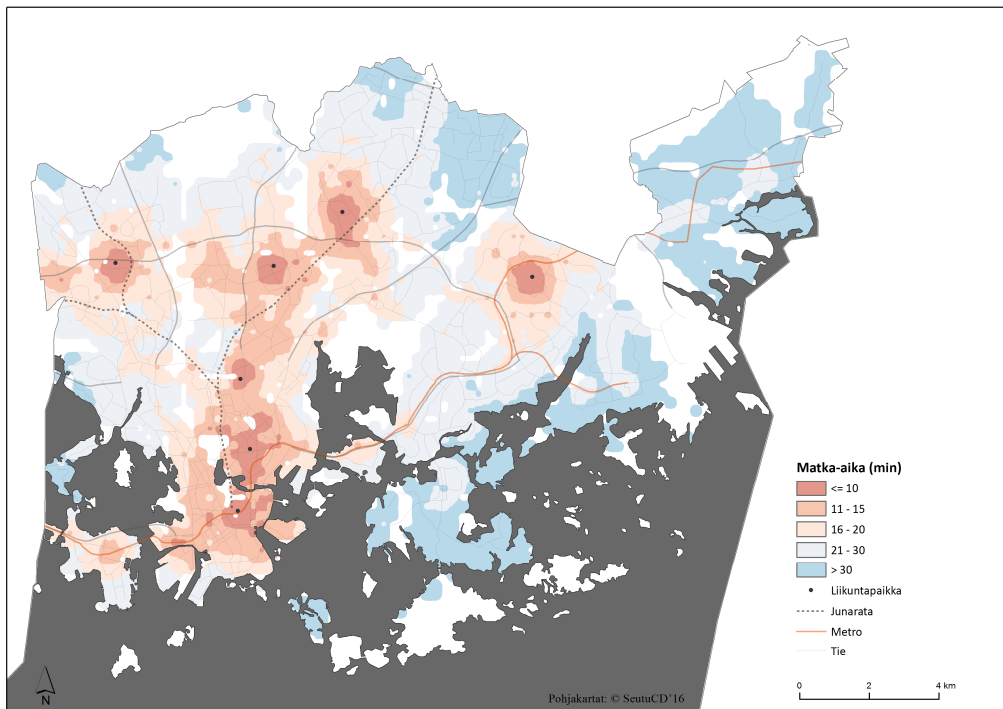
**Joukkoliikenteellä** tekojääkentät ovat hyvin saavutettavissa nykytilanteessa, jossa 34 % saavuttaa tekojääkentän korkeintaan 15 minuutissa ja lähes kaikki loputkin alle puolessa tunnissa (taulukko 14). Vuonna 2040 suhteellisesti harvempi saavuttaa enää samassa ajassa lähimmän tekojääkentän, mutta silti suurimman osan matka-aika jää alle puoleen tuntiin. Optimoidut sijainnit parantaisivat saavutettavuutta joukkoliikenteellä ja etenkin kaikkein heikoiden saavutettavien osuus pienenesi optimoitujen sijaintien kautta. Suunniteltu yksi sijainti vaikuttaa vain vähän saavutettaviin väestömääriin vuosien 2016 ja 2040 väestöillä (kuva 36).



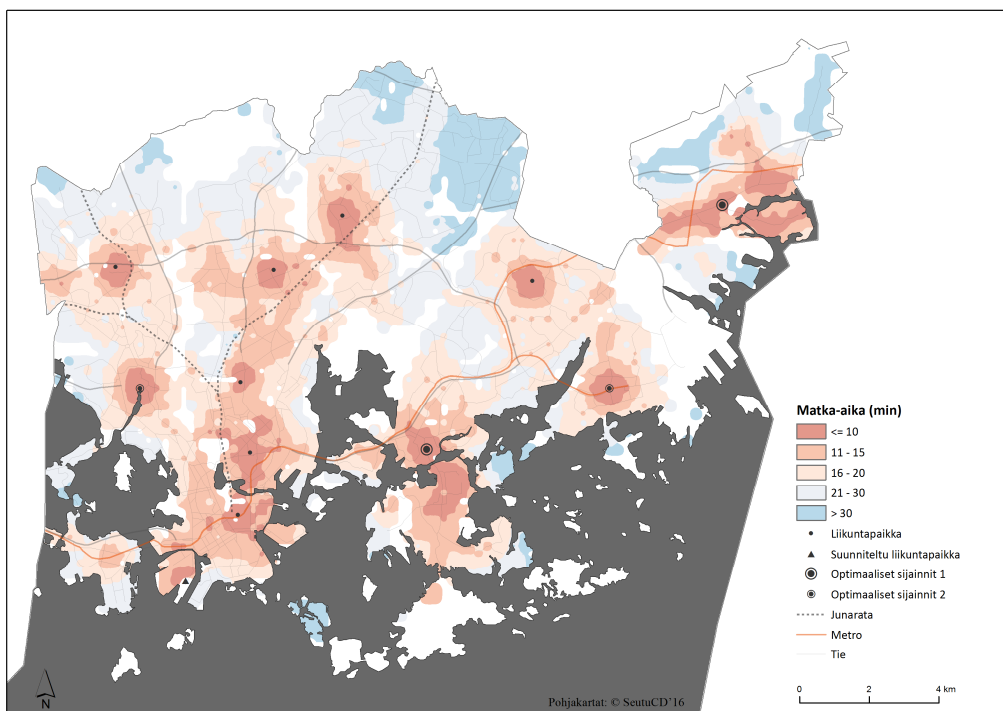
Kuva 36. Matka-aika lähimmälle tekojääkentille kumulatiivisella väestömäärällä kävellessä nykytilanteessa ja eri skenaarioissa.

Taulukko 14. Saavutetut absoluuttiset väestömäärät ja niiden suhteelliset osuudet joukkoliikenteellä lähimmälle tekojääkentälle.

TEKOJÄÄT	2016_a	2016_b	2016_S	2040_N	2040_S	2040_O1	2040_O2
Joukkoliikenne							
15 min tai alle	206 200 (33.9 %)	213 400 (35.1 %)	214 200 (35.3 %)	240 200 (30.7 %)	247 700 (31.7 %)	320 600 (41.0 %)	365 800 (46.8 %)
15 - 30 min	342 200 (56.3 %)	337 900 (55.6 %)	337 100 (55.5 %)	432 200 (55.3 %)	424 700 (54.3 %)	414 900 (53.0 %)	385 000 (49.2 %)
30 min tai yli	59 000 (9.7 %)	56 100 (9.2 %)	56 100 (9.2 %)	109 700 (14.0 %)	109 700 (14.0 %)	46 600 (6.0 %)	31 300 (4.0 %)



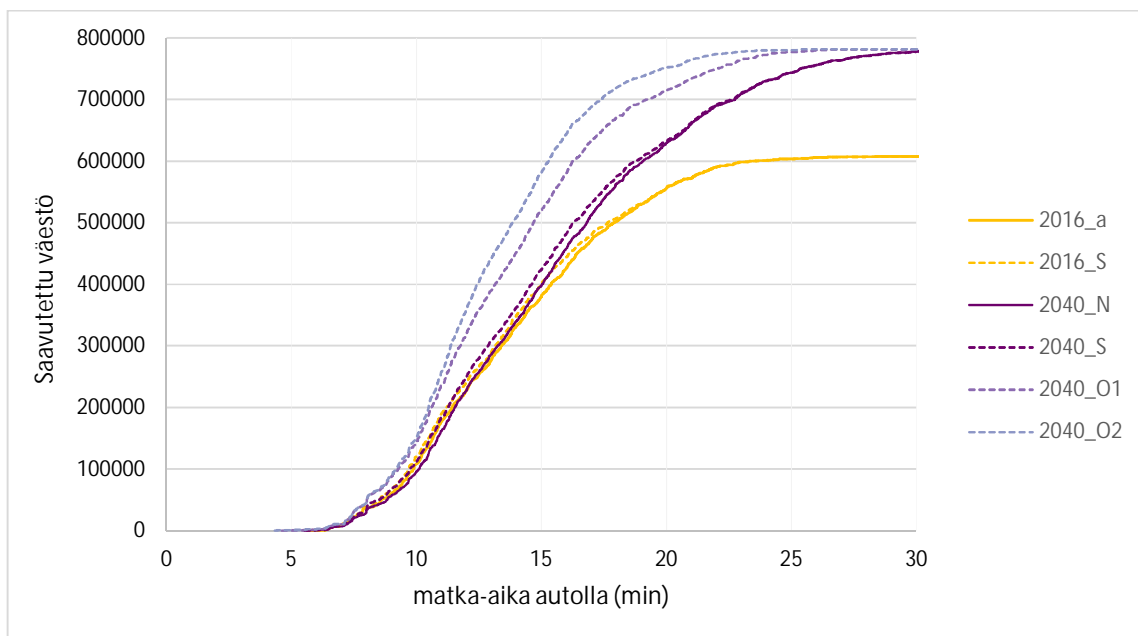
Kuva 37. Matka-aika minuutteina joukkoliikenteellä vuoden 2040 asutuilta alueilta lähimmälle tekojääkenteille.



Kuva 38. Matka-aika minuutteina joukkoliikenteellä vuoden 2040 asutuilta alueita lähimmälle tekojääkenteille. Mukana nykyisten liikuntapaikkojen lisäksi optimoidut ja suunnitellut sijainnit.

Vuonna 2040 nykyisillä tekojääkentillä suurin osa Helsingistä saavutetaan alle 30 minuutissa **joukkoliikenteellä** (kuva 37). Parhaiten saavutetaan keskustan alue sekä junaradan ja metroradan ympäristöt. Huonoiten saavutettavat alueet sijaitsevat Suurmetsän, Suutarilan, Suomenlinnan ja Laajasalon alueilla, joista matka-ajat ovat yli 30 minuuttia. Optimaaliset sijainnit parantavat huonoiten saavutettavien alueiden saavutettavuutta niin, että suurin osa Helsingistä saavutetaan alle 30 minuutissa (kuva 38). Uudet sijainnit eivät kuitenkaan vaikuta Suutarilan ja Suurmetsän saavutettavuuteen, joista matka-ajat ovat optimoiduista sijainneista huolimatta yli 30 minuuttia lähimmälle tekojääkentälle.

Tekojääkenttien saavutettavuus **autolla** on hyvä. Noin 63 prosenttia väestöstä saavuttaa lähimmän liikuntasalin alle 15 minuutissa (taulukko 15). Vaikka suhteellisesti tulevaisuudessa samassa ajassa saavuttaa vähemmän ihmisiä niin saavutettavuus autolla on edelleen hyvä ilman uusia liikuntapaikkojakin. Kuvasta 39 nähdään, että erityisesti ensisijaiset optimoidut sijainnit vaikuttavat positiivisesti saavutettavan väestönmäärän vuonna 2040. Liitteessä 4 on esitetty saavutettavuutta autolla matka-aikakartoilla.



Kuva 39. Matka-aika lähimmälle tekojääkentille kumulatiivisella väestömäärällä autolla nykytilanteessa ja eri skenaarioissa.

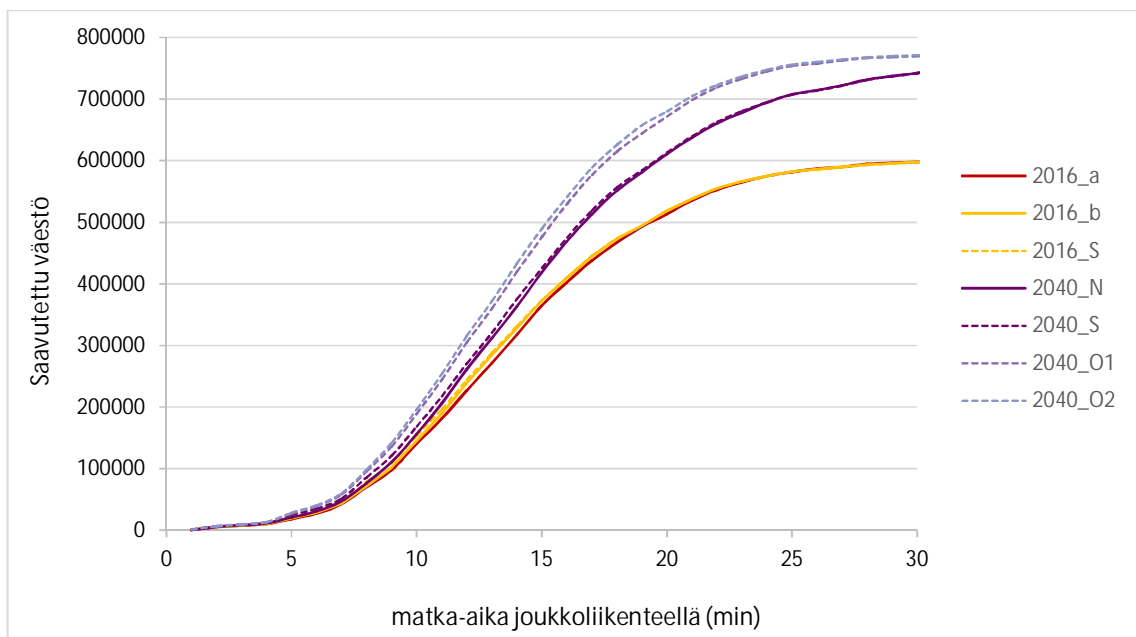
Tekojääkentät	2016_a	2016_S	2040_N	2040_S	2040_O1	2040_O2
Auto						
15 min tai alle	379 400	401 100	398 600	424 900	520 800	582 600
	(62.5 %)	(66.0 %)	(51.0 %)	(54.3 %)	(66.6 %)	(74.5 %)
15 - 30 min	227 900	206 200	379 300	353 000	260 600	199 500
	(37.5 %)	(33.9 %)	(48.5 %)	(45.1 %)	(33.3 %)	(25.5 %)
30 min tai yli	100	100	4200	4200	700	0
	(0.0 %)	(0.0 %)	(0.5 %)	(0.5 %)	(0.1 %)	(0.0 %)

Sijainti-allokaatio analyysien mukaan optimaalisimmat sijainnit uusille uimahalleille sijaitsevat Laajasalossa ja Östersundomissa (kuva 40). Toiseksi optimaalisimmat sijainnit sijaitsevat Haagan/Kaarelan sekä Mellunkylän/Vartiokylän alueilla.



65

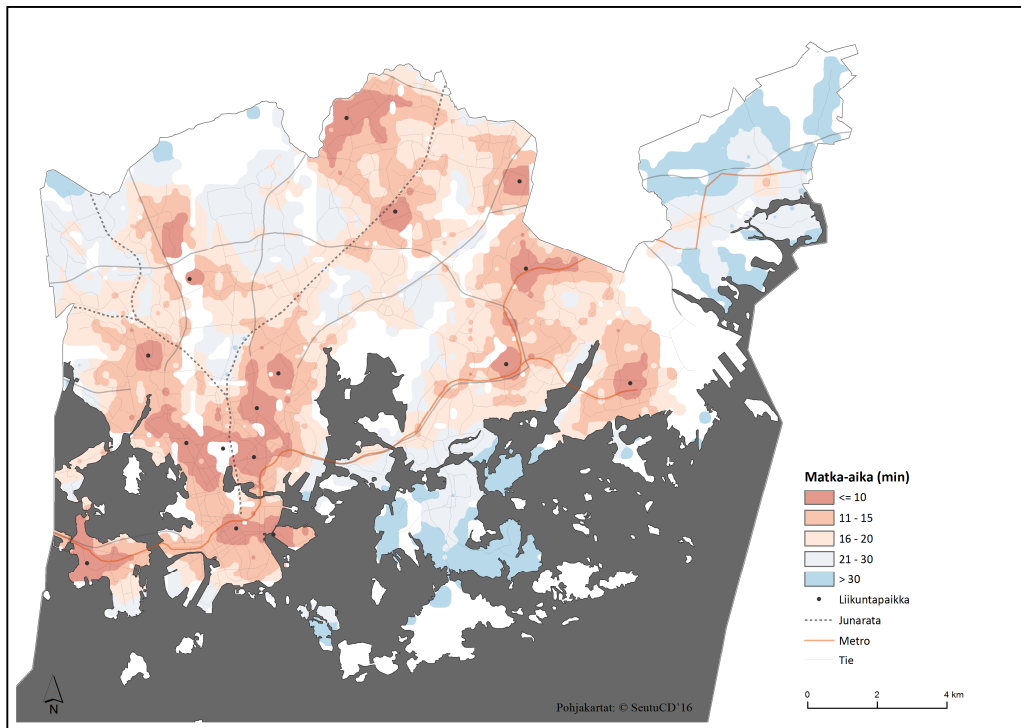
Uimahallien/maauimaloiden saavutettavuus **joukkoliikenteellä** on hyvä. Suurin osa väestöstä saavuttaa lähimmän liikuntapaikan alle puolessa tunnissa sekä nykytilanteessa (2016\_a) että tulevaisuudessa (2040\_N) ilman uusia uimahalleja (taulukko 16). Jätkäsaaren suunnitellulla liikuntapaikalla ei ole merkittävää vaikutusta saavutettavuuteen vuoden 2016 tai vuoden 2040 väestöllä (kuva 41). Sen sijaan ensisijaisesti optimoidut sijainnit parantaisivat saavutettavuutta joukkoliikenteellä. Toissijaisesti optimoidut sijainneilla ei ole huomattavaa vaikutusta saavutettavuuteen joukkoliikenteellä.



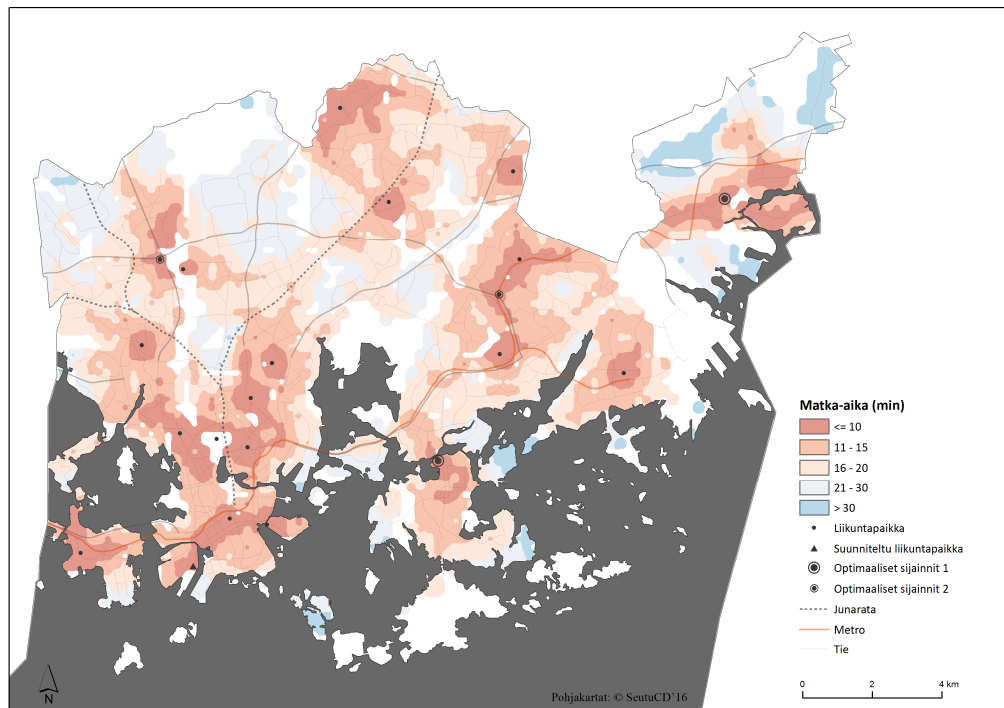
Kuva 41. Matka-aika lähimmälle uimahalliin/maauimalaan kumulatiivisella väestömäärällä joukkoliikenteellä nykytilanteessa ja eri skenaarioissa.

Taulukko 16. Saavutetut absoluuttiset väestömäärät ja niiden suhteelliset osuudet joukkoliikenteellä lähimpään uimahalliin/maauimalaan.

UIMAHALLIT	2016_a	2016_b	2016_S	2040_N	2040_S	2040_O1	2040_O2
Joukkoliikenne							
15 min tai alle	364 900 (60.1 %)	373 300 (61.5 %)	374 000 (61.6 %)	418 900 (53.6 %)	426 200 (54.5 %)	477 100 (61.0 %)	490 800 (62.8 %)
15 - 30 min	233 200 (38.4 %)	224 600 (37.0 %)	223 900 (36.9 %)	323 700 (41.4 %)	316 400 (40.5 %)	293 100 (37.5 %)	281 000 (35.9 %)
30 min tai yli	9 300 (1.5 %)	9 500 (1.6 %)	9 500 (1.6 %)	39 500 (5.1 %)	39 500 (5.1 %)	11 900 (1.5 %)	10 300 (1.3 %)



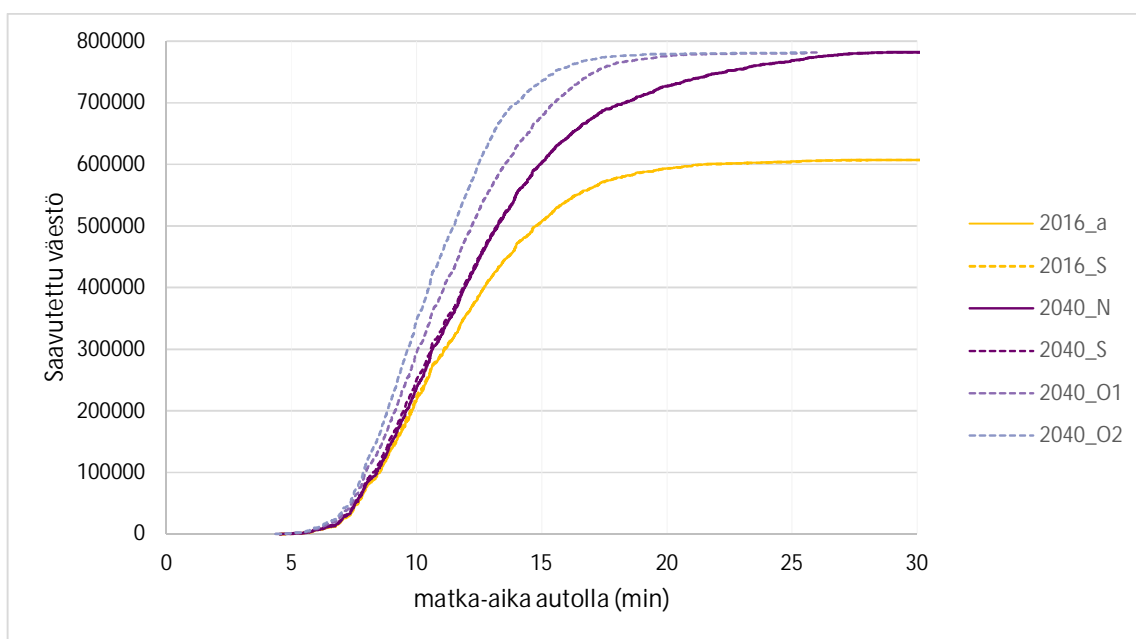
Kuva 42. Matka-aika minuutteina joukkoliikenteellä vuoden 2040 asutuilta alueilta lähimpään uimahalliin/maauimaan.



Kuva 43. Matka-aika minuutteina joukkoliikenteellä vuoden 2040 asutuilta alueita uimahalliin/maauimalaan. Mukana nykyisten liikuntapaikkojen lisäksi optimoidut ja suunnitellut sijainnit.



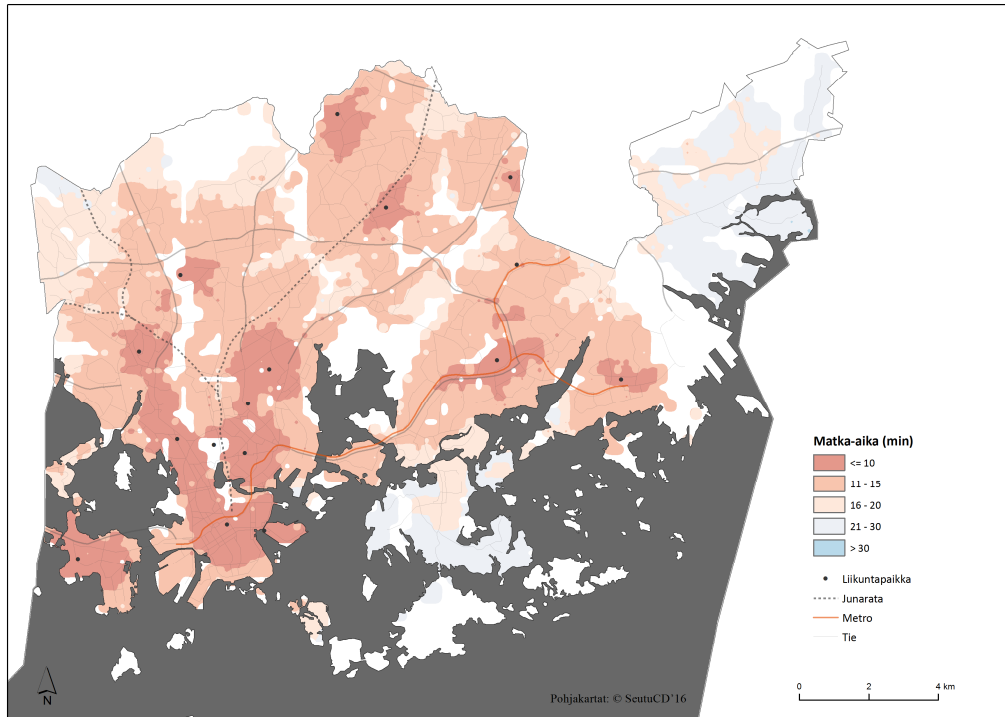
Vuonna 2040 suurin osa Helsinkiä on saavutettavissa alle 30 minuutissa joukkoliikenteellä lähimmälle uimahallille tai maauiimalaan (kuva 42). Huonoiten saavutettavat alueet, joista matka-ajat ovat yli 30 minuuttia, sijaitsevat Laajasalossa ja Östersundomissa. Lisäksi Tuomarinkylä ja Konala erottuvat muuta Helsinkiä huonommin saavutettavina alueina. Ensisijaisesti optimoidut sijainnit parantavat joukkoliikennesaavutettavuutta alueilla, joista on pisimmät matka-ajat. Jätkäsaareen suunniteltu uimahalli parantaa saavutettavuutta alueella, jossa saavutettavuus on jo ennestään hyvä (kuva 43). **Henkilöautolla** uimahallien saavutettavuus on hyvä nykytilanteessa ja tulevaisuudessa ilman uusia paikkoja, ja optimoidut sijainnit parantavat saavutettavuutta entisestään (kuva 44). Nykyisillä uimahalleilla 15 minuutissa saavutetaan vuoden 2016 väestöstä lähes 84 % ja vuoden 2040 väestöstä 77 % (taulukko 17).



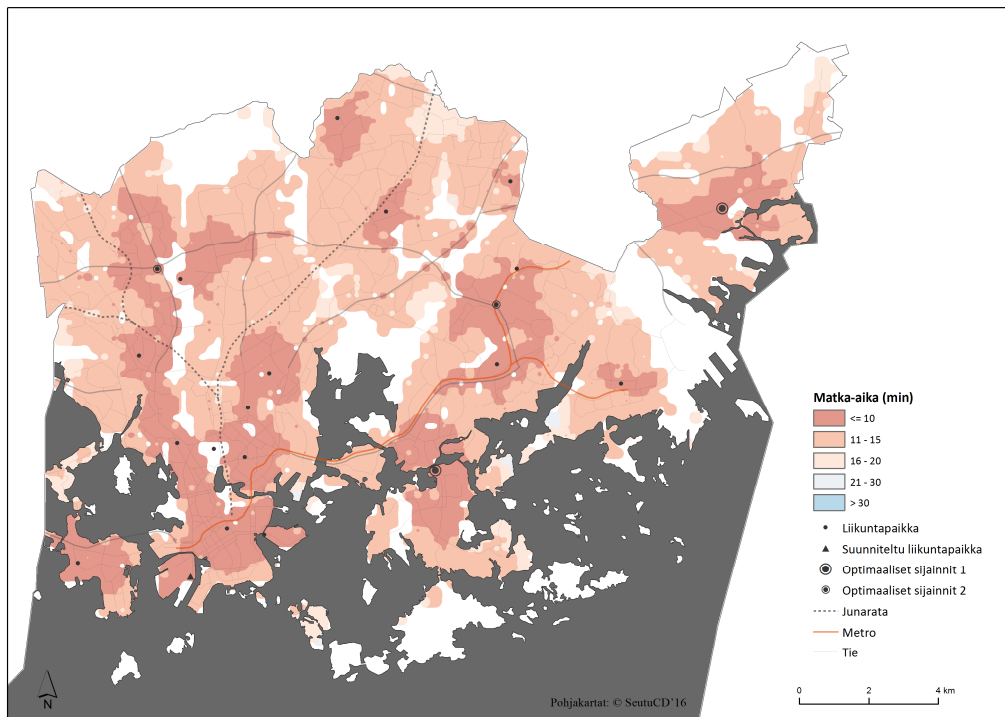
Kuva 44. Matka-aika lähimpään uimahalliin/maauimalaan kumulatiivisella väestömäärällä autolla nykytilanteessa ja eri skenaarioissa.

Taulukko 17. Saavutetut absoluuttiset väestömäärät ja niiden suhteelliset osuudet autolla lähimpään uimahalliin/maauimalaan.

UIMAHALLIT	2016_a	2016_S	2040_N	2040_S	2040_O1	2040_O2
Auto						
15 min tai alle	507 500 (83.6 %)	507 500 (83.6 %)	603 100 (77.1 %)	603 100 (77.1 %)	679 200 (86.8 %)	735 900 (94.1 %)
15 - 30 min	99 900 (16.4 %)	99 900 (16.4 %)	178 900 (22.9 %)	178 900 (22.9 %)	102 900 (13.2 %)	46 200 (5.9 %)
30 min tai yli	0 (0.0 %)	0 (0.0 %)	100 (0.0 %)	100 (0.0 %)	0 (0.0 %)	0 (0.0 %)



Kuva 45. Matka-aika minuutteina autolla vuoden 2040 asutuilta alueilta lähimpään uimahalliin/maauimalaan.



Kuva 46. Matka-aika minuutteina autolla vuoden 2040 asutuilta alueita lähimpään uimahalliin/maauimalaan. Mukana nykyisten liikuntapaikkojen lisäksi optimoidut ja suunnitellut sijainnit.

Vuonna 2040 uimahallien ja maauimaloiden saavutettavuus on myös alueellisesti tarkastellen autolla hyvä koko Helsingissä. Ainostaan Östersundom ja Laajasalo erottuvat muita huonommin saavutettavina alueina, joista matka-aika on yli 20 minuuttia mutta kuitenkin alle 30 minuuttia (kuva 45). Ensisijaisesti optimoidut sijainnit parantavat kyseisten alueiden saavutettavuutta niin, että lähes koko Helsinki saavutetaan autolla alle 15 minuutissa (kuva 46).

## **6. KESKUSTELU**

### **6.1. Pohdintaa analyysien tuloksista**

#### ***Liikuntapaikkojen saavutettavuus on hyvä nykytilanteessa erityisesti henkilöautolla ja joukkoliikenteellä***

Henkilöautolla kaikki liikuntapaikat ovat hyvin saavutettavissa nykytilanteessa. Keskimääräinen matka-aika lähimmälle liikuntapaikalle autolla on kaikkein liikuntapaikkojen kohdalla alle 15 minuuttia. Henkilöautoilun hyvä saavutettavuus pääkaupunkiseudulla ja Helsingissä on todettu olevan hyvä myös muissa tarkasteluissa (esim. Tulikoura & Jäppinen 2012; Saarsalmi 2014).

Joukkoliikenteellä kaikki asukkaat saavuttavat lähimmän liikuntapaikan nykytilanteessa keskimäärin 11–20 minuutissa liikuntapaikasta riippuen ja suurin osa ehtii viimeistään puolessa tunnissa lähimmälle liikuntapaikalle. Tutkituista liikuntapaikoista tekojääkentät olivat huonoiten saavutettavissa joukkoliikenteellä, mitä selittää niiden muita liikuntapaikkoja harvempi palveluverkko. Helsingissä laaditussa VISTRA II selvityksessä määritettiin luisteluradoille ja suuremmille kentille tavoite matka-ajaksi puoli tuntia joukkoliikenteellä (Jaakkola et al. 2016), joka toteutuu tekojääkentillä noin 90 %:ssa väestöstä. Saavutettavuus joukkoliikenteellä voidaan nähdä hyvänä kaikkien liikuntapaikkatyyppien osalta, kun hyvän saavutettavuuden raja-arvona pidetään puolta tuntia (esim. Spinney & Millward 2013).

Tutkituista kulkumuodoista kävelysaavutettavuus on odotetusti heikoin. Keskimääräiset matka-ajat kävellen vaihtelevat 18–39 minuutin välillä. Ainoastaan lähiliikuntapaikkojen kohdalla tutkittiin pelkkää kävelysaavutettavuutta, jota pidetään niiden kohdalla ensisijaisen tärkeänä (Jaakkola et al. 2016). Nykytilanteessa noin 29 % väestöstä saavuttaa lähimmän lähiliikuntapaikkansa alle 15 minuutissa, mikä tarkoittaa sitä, että suurin osa helsinkiläisistä jää ulkopuolelle VISTRA II:n noin 12 minuutin aikarajavoitteesta.

***Vaikka keskimääräiset matka-ajat liikuntapaikoille kasvavat vuoteen 2040 mennessä, suurin osa palveluista on suhteellisen hyvin saavutettavissa myös tulevaisuudessa ilman uusia liikuntapaikkoja***

Keskimääräiset matka-ajat lähimmälle liikuntapaikalle kasvavat tulevaisuudessa kaikkien liikuntapaikkojen osalta, jos uusia liikuntapaikkoja ei rakenneta. Keskiarvomatka-aikojen tarkastelu paljastaa, että kulkumuodoista väestönkasvu vaikuttaa eniten saavutettavuuteen kävellessä, jossa keskimääräiset matka-ajat kasvavat 3-28 % liikuntapaikasta riippuen. Poikkeuksena erottuvat lähiliikuntapaikat, jonne keskimääräinen matka-aika kasvaa vain 3 %. Tulosta selittää se, että Östersundomissa sijaitsee jo nykyään lähiliikuntapaikka, joten sinne tulevaisuudessa sijoittuva suuri määrä väestöä ei kasvata kokonaismatka-aikaa yhtä paljon kuin muiden liikuntapaikkojen kohdalla. Ilman uusia liikuntapaikkoja henkilöautolla saavutettavuus pysyy edelleen todella hyvänä, sillä myös jatkossa keskimääräinen matka-aika autolla on noin 15 minuuttia tai sitä vähemmän. Joukkoliikenteellä keskimääräiset matka-ajat ovat noin 13–21 minuuttia, joten myös tulevaisuudessa asiakkaat ehtivät lähimmälle liikuntapaikalle keskimäärin hyvän saavutettavuuden rajoissa eli alle puolessa tunnissa.

***Saavutettavuuskartat kertovat alueellisista eroista saavutettavuudessa vuonna 2040***

Vaikka keskiarvomatka-aikojen ja matka-aikavyöhykkeiden sisällä saavutetun väestön suhteen liikuntapaikat ovat kohtuullisen hyvin saavutettavissa vuonna 2040, ovat erot kaupunginosien välillä kuitenkin merkittäviä. Alueellisesti tarkasteltuna huomataan, että etenkin Östersundom, keskustan alue ja Laajasalo näyttävät joidenkin liikuntapaikkojen osalta huonosti saavutettavana alueena vuonna 2040 ilman uusia liikuntapaikkoja. Vaikka suhteellisesti matka-ajat kasvavat niin samalla absoluuttinen väestönkasvu liikuntapaikkojen ympärillä aiheuttaa painetta nykyiselle palveluverkolle, etenkin niiden liikuntapaikkojen osalta, joissa liikuntapaikkojen käyttöä rajoittaa rajallinen kapasiteetti. Esimerkiksi suurten liikuntasalien kysyntä on Suomessa ollut Nissisen & Möttösen (2013) mukaan jo nyt suurempaa kuin tarjonta. Tulosten mukaan ilman uusia liikuntasaleja vuonna 2040 joukkoliikenteellä 15 minuutin etäisyydellä lähimmästä liikuntasalista asuu yli 80 000 ihmistä enemmän kuin nykytilanteessa.

***Optimaaliset sijainnit uusille liikuntapaikoille vaihtelevat liikuntapaikan mukaan, mutta etenkin Östersundom ja keskusta korostuvat tuloksissa***

Optimaalisimmat sijainnit vaihtelevat liikuntapaikan mukaan. Tuloksista ilmenee kuitenkin, että Östersundom esiintyy optimaalisimpana sijaintina kaikille liikuntapaikoille. Tulosta selittää Östersundomiin suunniteltu merkittävä rakentaminen (Uutta Helsinkiä 2017) sekä nykyisten

liikuntapaikkojen puute. Uusien asuinalueiden lisäksi nykyäänkin tiiviisti asutut alueet osoittautuvat optimaalisiksi sijainneiksi. Esimerkiksi ydinkeskusta ja Kallio näyttäytyvät tutkittujen ulkoliikuntapaikkojen osalta sijaintina, jossa olisi tarve liikuntapaikoille.

Koska sijaintioptimoinnit tehtiin vuoden 2040 väestöennusteen mukaan, tulokset kertovat etenkin tulevaisuuden väestön kannalta optimaalisista sijainneista. Tulevaisuuden väestöä painottamalla voidaan varautua palveluverkkoon tarvittaviin pitkän tähtäimen muutoksiin. Esimerkiksi Owen & Daskin (1998) painottivat tulevaisuuden huomioimista sijainti-allokaatio-analyyseissa. Jos analyysit olisi tehty nykyisellä väestöllä, olisivat tulokset olleet erilaisia. Harvaan asuttu Östersundom ei olisi nykyisellä väestöllä saanut yhtä paljon osumia kuin optimoitaessa vuoden 2040 väestöllä. Tuloksia tulkitessa täytyy myös huomioida väestöennusteisiin liittyvä epävarmuus, joka heijastuu tuloksissa. Tätä epävarmuutta voitaisiin vähentää ottamalla huomioon erilaisia väestöennusteita optimoinneissa.

Suomessa julkisia palveluja on optimoitu esimerkiksi terveyspalveluiden suhteen vastaavilla menetelmillä. Hakkarainen (2015) tutki pro gradu -tutkielmassaan sosiaali- ja terveydenhoitouudistukseen liittyen terveydenhuoltoverkoston keskittämisen vaikutuksia saavutettavuuteen sijainti-allokaatio-menetelmiä hyödyntäen OYS erityisvastuualuella, joka sisältää viiden maakunnan sairaanhoitopiirit. Hakkarainen testasi, miten toimipisteiden sijoittuminen eroaa jos käytetään vuoden 2016 sijaan vuoden 2030 väestöennustetta. Väestöennustetta painottamalla palveluiden optimaalisiin sijainneissa painottuivat nykyhetkeä enemmän syrjäseutujen väestön väheneminen ja keskittyminen taajamiin.

Väestöennusteiden mukaan sijaintien optimointi voidaan nähdä erityisen tärkeänä silloin kun suunnitellaan toimipisteitä, joiden tarkoituksena olla toiminnassa vuosikymmeniä. Lisäksi väestöennusteiden pohjalta sijaintien mallintaminen on järkevää kun tiedetään, että tutkittavan alueen väestömäärä ja sijoittuminen on merkittävästi muuttumassa seuraavina vuosikymmeninä.

***Palveluverkon tihentämisellä on merkittävä vaikutus etenkin saavutettavuuteen kävellen, mutta myös joukkoliikenteellä***

Palveluverkon tihentämisen hyöty vaihtelee riippuen tutkittavasta kulkumuodosta. Etenkin kävellen, mutta myös joukkoliikenteellä liikkuva hyötyy palveluverkon kasvamisesta suunnitteluilla ja optimoiduilla sijainneilla. Sen sijaan henkilöautolla liikkuvalla uusien liikuntapaikkojen merkitys on pelkästään saavutettavuuden kannalta vähäisempi, sillä saavutettavuus on jo nykytilanteessa hyvä.

Joukkoliikenne saavutettavuuteen uusilla paikoilla on henkilöautoilua suurempi merkitys. Saavutettavuuskarttoja tarkastelemalla huomataan, että uudet sijainnit parantavat saavutettavuutta niillä alueilla, jotka ovat huonoiten saavutettavissa. Uusilla sijainneilla on selkeästi paikallisesti saavutettavuutta parantava vaikutus. Myös saavutettavuuteen kävelen palveluverkon tihentämisellä on selkeästi positiivinen vaikutus. Saavutettavuuden tasa-arvoisen toteutumisen kannalta on erityisen tärkeää tarkastella kaikkein huonoiten saavutettavien osuutta eri skenaarioissa, joiden osuus pienenee huomattavasti optimoitujen sijaintien kautta.

Palveluverkkoja suunniteltaessa mielenkiintoinen kysymys päättäjän kannalta on se, kuinka monta uutta laitosta toimijan kannattaisi perustaa eli mikä on palveluverkon optimaalinen koko. Pelkästään saavutettavuutta tutkimalla optimaalisen verkon kokoa on mahdollista arvioida, jos uusista paikoista päättävä taho on määritellyt asiakkaiden maksimietäisyyden lähimpään laitokseen, kuten esimerkiksi VISTRA II -selvityksen tavoite ulkoliikuntapaikkojen saavutettavuudesta. Tulosten perusteella voidaan arvioida sitä, kuinka paljon palveluverkkoa tulisi kasvattaa, jotta haluttu osuus väestöstä saavutettaisiin tavoiteajassa. Tällöin voidaan esimerkiksi todeta, että verkon optimaalinen koko saavutetaan, kun kaikki asukkaat saavuttavat liikuntapaikat annetussa raja-arvossa. Lähiliikuntapaikkojen osalta nykyisellä palveluverkolla vuoden 2040 väestöstä saavutetaan kävelen alle 15 minuutissa noin 27 % väestöstä. Yhteensä viidellä suunnitellulla ja seitsemällä optimoidulla sijainnilla noin puolet väestöstä saavuttaisi lähiliikuntapaikan alle 15 minuutissa vuonna 2040. Tämän tuloksen valossa voidaan todeta, että palveluverkon tulisi olla todella tiheä, jotta kaikilla asukkailla olisi lähiliikuntapaikka alle 15 minuutin kävelymatkan päässä, kuten VISTRA II- selvityksen tavoitteissa määritellään.

Usein voidaan kuitenkin nähdä, että optimaalisen palveluverkon koko riippuu myös uusien paikkojen avaamiseen liittyvistä kustannuksista. Kustannusvaikutukset huomioimalla voidaan määrittää palvelupisteiden määrälle raja-arvo, joiden jälkeen palveluiden lisääminen ei ole enää taloudellisesti kannattavaa (Ghosh et al. 1995).

### ***Joukkoliikenneverkon muutoksilla vain pieni vaikutus väestön saavutettavuuteen***

Tutkimuksessa selvitettiin joukkoliikenneverkossa tapahtuvien muutosten vaikutusta liikuntapaikkojen saavutettavuuteen vuoteen 2040 mennessä. Tässä tarkastelussa näillä ei todettu olevan huomattavaa vaikutusta saavutettavuuteen. Tuloksia tulkitessa on muistettava, että käytetty joukkoliikenneskenaario on yksinkertaistettu ja kaikkein reittien toteutuminen voidaan nähdä epävarmana. Kirjastojen saavutettavuutta pitkällä aikavälillä tutkinut Repo (2017) huomasi vastaavasti, että joukkoliikennemuutosten vaikutukset saavutettavuuteen jäivät

vähäisiksi ja tulevaisuuden kannalta oleellista on väestön sijoittuminen suhteessa palvelupisteisiin.

Autoilun ja kävelyn kannalta ei tutkittu liikenneverkostossa tapahtuvien muutosten vaikutusta saavutettavuuteen. Helsingissä henkilöautoilun osalta esimerkiksi suunnitellut kaupunkibulevardit vaikuttavat mahdollisesti matka-aikoihin tulevaisuudessa. Repo (2017) testasi bulevardisoinnin vaikutusta kirjastojen saavutettavuuteen, mutta ei huomannut sen vaikutuksen olevan kovinkaan merkittävä. Saavutettavuuteen kävellessä kaupunkitasolla eivät pienemmät alueelliset muutokset vaikuta, koska kävelyn impedanssi on joka puolella sama. Sen sijaan uusi siltayhteys, esimerkiksi Helsinkiin suunnitellut kruunusillat (Helsingin kaupunki 2017), vaikuttanevat kävelyn ja pyöräilyn saavutettavuuteen myös kaupunkitasoisissa tarkasteluissa.

### ***Palveluiden saavutettavuuden tutkiminen pitkällä aikavälillä tärkeää yhdyskuntarakenteen kestävyysnäkökulmasta***

Tässä tutkielmassa tutkittiin liikuntapaikkojen saavutettavuutta ja optimaalisia sijainteja pitkällä aikavälillä. Viime vuosina on puhuttu paljon yhdyskuntarakenteen hajautumisesta ja siihen liitettyistä ympäristöongelmista (esim. EEA 2006; Lampinen 2015). Palveluiden sijaintisuunnittelu on yhteydessä kestävästä yhdyskuntarakenteen rakentamiseen kun tiedetään, että alle kilometrin matkoista suurin osa tehdään kävellessä, mutta jo 1-3 kilometrin matkoilla henkilöautoilun osuus kulkutavoista on suurin (Liikennevirasto 2012). Uimahallien ja maa- ja vesialueiden sijainti-allokaatio-tarkastelut suoritettiin autoilijan tieverkkoa pitkin, jolloin tuloksista huomattiin, että osa sijainneista painotti autoilijan kannalta erityisen suotuisia moottori- ja kehäteiden varsia, jotka eivät ole välttämättä joukkoliikenteelle tai kävelijälle yhtä hyvin saavutettavia sijainteja. Sijaintisuunnittelulla onkin erityinen rooli kun halutaan edistää kestävien kulkumuotojen valintaa. Lisäksi keskustelu verkostokaupungeista tukee tarvetta tarkastella alueiden välisiä yhteyksiä myös tulevaisuudessa esimerkiksi saavutettavuuden kautta.

## **6.2. Menetelmällinen pohdinta**

### ***Sijainti-allokaatio-analyysien valitut lähtökohdat vaikuttavat lopullisiin tuloksiin***

Sijainti-allokaatio-analyysien tuottamat ratkaisut ovat tulosta erilaisten kriteerien valinnasta. Eiselt & Laporte (1995) jakavat yleisimmät kriteerit ja sijainti-allokaatioanalyysien valittavat lähtökohdat viiteen osaan (luku 2.3.2), joiden kautta pohditaan tässä tutkielmassa tehtyjä valintoja.

- 1) *Alueen* osalta tässä tutkielmassa ei huomioitu tarkemmin maankäyttöä. Tutkituista liikuntapaikoista etenkin liikuntapuistot vievät paljon tilaa, eikä niiden sijoittaminen tiivistä rakennettuun ympäristöön ole mahdollista. Näin ollen tulosten voidaan nähdä kertovan ennen kaikkea siitä, missä olisi tarve uusille liikuntapaikoille, mutta ne eivät kerro siitä, onko paikalle mahdollista rakentaa todellisuudessa.
- 2) *Uusien laitoksien lukumäärällä* on suuri merkitys analyysien lopputulokseen. Tässä tutkielmassa päädyttiin optimoimaan ensin kaksi tai kolme ja sitten kaksi tai neljä paikkaa. Toisaalta paikkojen määrää ei olisi pakko määrittää etukäteen vaan toinen mahdollisuus olisi käyttää menetelmää, johon annetaan jokaisen väestöpisteen maksimietäisyys lähimpään ja liikuntapaikkaan, jolloin menetelmä optimoi liikuntapaikkojen lukumäärän ja sijainnit (ESRI 2017b). Tällainen lähestymistapa olisi kuitenkin tarvinnut tueksi selkeitä linjauksia liikuntapaikkojen tavoitesaavutettavuuden raja-arvoista.
- 3) Tässä tutkielmassa huomioitiin *olemassa olevina laitoksina* nykyiset ja suunnittelut liikuntapaikat, jolloin optimoidut sijainnit asettuvat osaksi olemassa olevaa palveluverkkoa.
- 4) *Päätöksen tekijän tavoite* viittaa valittuun sijainti-allokaatio-menetelmään. Tässä työssä käytettiin ArcMap-ohjelmiston sijainti-allokaatio-työkalun p-mediaaniongelman ratkaisuun perustuvaa menetelmää. Käytetty menetelmä valittiin, koska sitä on yleisesti käytetty julkisten laitosten sijainti-allokaatio-analyyseissa (esim. Rahman & Smith 2000; Ribeiro & Antunes 2002) ja se soveltuu optimointeihin, joissa pyritään tasa-arvoisesti parantamaan kokonaisväestön saavutettavuutta. Analyysin heikkoutena voidaan pitää sitä, että se yksinkertaistaa väestön matkustushalukkuutta olettamalla, että asiakas vierailee aina lähimmässä liikuntapaikassa.
- 5) *Asiakkaiksi* määritettiin vuoden 2040 kokonaisväestö Helsingissä. Koska sijaintioptimoinnit tehtiin vuoden 2040 väestöennusteen mukaan, tulokset kertovat etenkin tulevaisuuden väestön kannalta optimaalisista sijainneista. Tuloksia tulkitessa täytyy myös huomioida väestöennusteisiin liittyvä epävarmuus, joka heijastuu tuloksiin.

*Sijainti-allokaatio-analyyseissa valitulla kulkumuodolla ja tieverkkoaineistolla on suuri merkitys*

Sijainti-allokaatioanalyysien tuloksiin vaikuttavat merkittävästi käytetty tieverkkoaineisto ja valittu kulkumuoto. Käytetty tieverkko riippuu tutkittavasta kohteesta, mutta sen valinta ei ole aina itsestäänselvää. Sijainti-allokaatio-analyyseja on tehty runsaasti paloasemille, jolloin on



selvää, että optimoinnit tehdään hälytysajoneuvojen käyttämää tieverkkoa mukaillen (Haanpää 2016). Liikuntapaikoille ei ole kuitenkaan mahdollista määrittää samalla tavoin yhtä kulkumuotoa, joka olisi muita tärkeämpi.

Sijaintioptimoinnit tehtiin ensisijaisesti kävelijän tieverkkoa pitkin. Näin ollen sijainnit edustavat etenkin kävelijän mutta myös lähes samoja reittejä ajavan pyöräilijän kannalta parhaita sijainteja. Tuloksista nähdään, että sijainnit parantavat myös joukkoliikenteellä ja autolla liikkuvien saavutettavuutta. Uimahallien ja maauimaloiden kohdalla tehtiin poikkeus, ja sijainti-allokaatio-tarkastelut suoritettiin autoilijan tieverkkoa pitkin. Tuloksista nähdäänkin, että näiden liikuntapaikkojen kohdalla moottori- ja kehäteiden varret korostuvat optimaalisimpina sijainteina. Pääkaupunkiseudulla on huomattu, että kauppakeskusten osalta joukkoliikenne ei ole yhtä kilpailukykyinen kulkumuoto verrattuna autoiluun (Salonen et al. 2012). Tuloksia selittää kauppakeskusten sijoittuminen kehäteiden varsien saavutettavuushuippuihin. Näin ollen voidaan todeta, että asukkaille palvelut ovat eri tavalla saavutettavissa riippuen mahdollisuuksista eri kulkumuotoihin. Autoilun tieverkon käyttöä voikin kyseenalaistaa sen vuoksi, että se suosii niitä, joilla on auto käytössä.

***Saavutettavuuden mittaamisen yksinkertaistaminen on välttämätöntä, vaikka se heijastuu tuloksiin***

Paikkatietomenetelmiä hyödyntämällä voidaan ottaa kantaa liikuntapaikkojen saavutettavuuteen väestön kannalta, mutta samalla on huomioitava, että tulosten saamiseksi on tehty erilaisia yksinkertaistuksia. Saavutettavuuden mittaaminen on puhuttanut useita tutkijoita (esim. Geurs & van Wee 2004), eikä saavutettavuuden mittaamiseen ole olemassa yhtä oikeaa tapaa. Tässä tutkielmassa ei ole esimerkiksi huomioitu asukkaiden yksilöllisiä ominaisuuksia. Liikuntarajoitteisille lähin liikuntapaikka ei välttämättä ole soveltuva liikunnan harrastamiseen ja näin ollen matka-aika on todellisuudessa pidempi. Myös mahdollisuudet maksaa sisäänpääsymaksuja liikuntapaikkoihin vaihtelevat, minkä onkin todettu rajoittavan joidenkin osalta liikuntapaikkojen käyttöä (Kruger et al. 2007). Myös vapaat harjoitusvuorot vaikuttavat todelliseen saavutettavuuteen, mikä on tutkituista liikuntapaikoista oleellista etenkin liikuntasalien kohdalla.

Tässä tutkimuksessa saavutettavuutta mitattiin matka-aikana asutuista pisteistä lähimmälle liikuntapaikalle. Asuinsijaintien käyttäminen lähtöpisteenä on yleistä saavutettavuustutkimuksissa, vaikka sen tiedetään yksinkertaistavan todellisuudessa tapahtuvaa liikkumista (esim. Salonen 2014). Liikuntapaikkojen ja liikunta-aktiivisuuden yhteyttä

tutkittaessa onkin nostettu esille, se että työpaikkaan ja muihin matkoihin liittyvät sijainnit tulisi huomioida tutkimuksissa (Sallis et al. 1990; Eriksson et al. 2012).

Tässä tutkielmassa kaikkia liikuntapaikkoja saman liikuntapaikkatyyppin sisällä pidettiin yhtä houkuttelevina asiakkaan kannalta. Jatkotutkimusta varten olisi mielenkiintoista tutkia saavutettavuutta painovoimamallien avulla (esim. Huff 1963), jolloin liikuntapaikan houkuttelevuuteen asiakkaan kannalta vaikuttaisi myös jokin paikan ominaisuus kuten pinta-ala tai harrastettavien lajien kirjo. Esimerkiksi Kotavaara & Rusanen (2016) käyttivät tutkimuksessaan uimahallien allaspinta-aloja määrittelemään houkuttelevuutta.

Liikuntapaikkojen saavutettavuutta mitattiin yhden vuorokaudenajan mukaan autoilun ja joukkoliikenteen osalta. Jos matka-aikoja olisi mitattu illalla tai viikonloppuna tiheästi liikennöidyn iltapäivän sijaan, olisivat matka-ajat olleet harvempien vuorovälien vuoksi pidempiä. Liikunnan harrastamisen kannalta illat ja viikonloput ovat kuitenkin merkittäviä aikoja. Pääkaupunkiseudulla on todettu kauppojen osalta vuorokaudenajan ja käytetyn liikkumismuodon vaikuttavan kauppojen saavutettavuuteen (Saarsalmi 2014), ja myös liikuntapaikkojen osalta vuorokaudenajan vaikutusta saavutettavuuteen olisi hyvä tutkia lisää.

### **6.3. Ideoita jatkotutkimukselle**

Tutkielman sijaintioptimoinnit on tehty kokonaisväestön sijoittumisen perusteella, minkä lisäksi olisi mielenkiintoista tutkia myös optimointia painottamalla eri väestöryhmiä esimerkiksi iän mukaan ja nähdä kuinka tämä vaikuttaa tulokseen. Esimerkiksi nuorille suunnattuja palveluita suunniteltaessa voitaisiin painottaa väestöennusteiden mukaista ennustetta nuorten sijainneista tulevaisuudessa.

Tutkielmassa käytetyt raja-arvot hyvästä ja huonosta saavutettavuudesta perustuvat kirjallisuuteen. Saavutettavuuden nykytilanteen ja tulevaisuuden mittaamisen kannalta voisi olla hyvä, jos Helsingin liikuntatoimi pystyisi määrittelemään liikuntapaikkatyypeille tai -lajeille tavoitetut matka-ajat eri kulkumuodoilla. Näiden raja-arvojen kautta olisi helpompi mitata, kuinka liikuntapaikkaverkoston kasvattaminen vaikuttaa tulevaisuuteen ja tavoitteellisen verkon saavuttamiseen tai ylläpitämiseen. Tavoitematka-aikojen määrittelemistä helpottaisi, jos aineistoa liikuntapaikkojen käyttäjien liikkumisesta liikuntapaikoille olisi paremmin saatavilla. Tällä hetkellä etenkin ulkoliikuntapaikkojen osalta liikuntapaikkojen käyttäjistä on vain puutteellisesti tietoa saatavilla. Raja-arvojen määrittelemistä varten olisi hyvä tutkia

kaupunkilaisten todellista liikkumista liikuntapaikkojen ja asuinpaikkojen sekä myös muiden sijaintien välillä.

Autoilun ja kävelyn lisäksi olisi mielenkiintoista tutkia optimaalisia sijainteja joukkoliikenneverkostossa. Vaikka tämän tutkielman analyyseissa ei huomioitu joukkoliikennettä, niin tuloksista nähdään, että suurimmassa osassa liikuntapaikoista optimoidut sijainnit parantavat saavutettavuutta joukkoliikenteellä. Joukkoliikenneverkostolla optimointia vaikeuttavat samat asiat, jotka on myös huomattu muissa saavutettavuustutkimuksissa eli verkoston rakentaminen vaatisi joukkoliikenneverkon geometrian lisäksi tietoa muun muassa pysäkeistä ja vuoroväleistä, jotka vaihtelevat kulkuneuvojen mukaan. Koska palvelut halutaan kuitenkin sijoittaa kestävien kulkumuotojen varten (esim. Kaupunkisuunnitteluvirasto 2016) olisi joukkoliikenneverkostossa tehtävillä sijaintianalyyseille varmasti kysyntää.

Tutkielmassa sijainti-allokaatio-menetelmää hyödynnettiin uusien liikuntapaikkojen optimaalisten sijaintien määrittämisessä. Toisaalta menetelmä soveltuu myös palveluverkon harventamiseen tai palveluiden keskittämiseen liittyvien ongelmien tarkasteluun. Palveluverkon optimointia kustannusten säästämiseksi on tutkittu esimerkiksi sosiaali- ja terveysministeriön toimeksiantamassa selvityksessä terveydenhuollon toimipisteiden osalta, jossa lokaatio-allokaatio-menetelmää käytettiin määrittämään säilytettävät yksiköt, kun tavoite palveluverkon koolle oli asetettu (Huotari et al. 2012).

Vaikka saavutettavuuden mittaamista on tässä tutkielmassa yksinkertaistettu, tulokset ovat helposti ymmärrettäviä ja kertovat suuntaa-antavasti erilaisten muutosten vaikutuksesta saavutettavuuteen. Tuloksia on myös mahdollista verrata muiden palveluiden saavutettavuuteen pääkaupunkiseudulla, joita on tutkittu samoilla mittareilla ja menetelmillä (Salonen et al. 2012; Saarsalmi 2014; Mäntyniemi 2015; Repo 2017). Lisäksi saavutettavuusanalyysit ovat toistettavissa tulevaisuudessa, jolloin on mahdollista vertailla saavutettavuuden kehittymistä liikuntapaikkojen osalta.

## **KIITOKSET**

Haluan kiittää erityisesti työni ohjaajaa Tuuli Toivosta neuvoista ja mielenkiintoisista keskusteluista, joita olemme työn edetessä käyneet. Lisäksi haluan esittää kiitokseni Helsingin kaupungin liikuntavirastolle ja erityisesti työtäni ohjanneille Matti Kuuselalle ja Martina Jerimalle, joiden kanssa kävimme mielenkiintoisia ja työni etenemisen kannalta arvokkaita keskusteluja matkan varrella. Haluan myös kiittää perhettäni ja ystäviäni, joista on ollut korvaamaton tuki graduprosessin aikana.

## LÄHTEET

- Alppi, S. & K. Ylä-Anttila (2007). Verkostourbanismi. *Yhdyskuntasuunnittelu* 45: 2, 10–26.
- Alppi, S. (2011) Yhdyskuntarakenteen ja palveluverkon yhteensovittaminen - KARA – MAL kokoontuminen. 30.04.2017. <[http://www.mal-verkosto.fi/filebank/65/Alppi\\_150311.pdf](http://www.mal-verkosto.fi/filebank/65/Alppi_150311.pdf)>
- AVI=Aluehallintovirasto (2013). Liikuntapaikkojen fyysinen saavutettavuus. 3.11.2016. <[https://www.avi.fi/documents/10191/1588283/PPA2013\\_liikuntapaikat.pdf/5cb08eb-6cf5-406b-b481-3f30378baaf9](https://www.avi.fi/documents/10191/1588283/PPA2013_liikuntapaikat.pdf/5cb08eb-6cf5-406b-b481-3f30378baaf9)>
- Bale, J. (2003). *Sports Geography*. 196 s. Routledge, New York.
- Bedimo-Rung, A.L., A.J. Mowen & D.A. Cohen (2005). The significance of parks to physical activity and public health. A conceptual model. *American Journal of Preventive Medicine* 28, 159–168.
- Bertolini, L., F. le Clercq & L. Kapoen (2005). Sustainable accessibility: a conceptual framework to integrate transport and land use plan-making. Two test applications in the Netherlands and a reflection on the way forward. *Transport Policy* 12, 207–220.
- Castells, M. (2010). Globalisation, networking, urbanisation: reflections on the spatial dynamics of the Information age. *Urban Studies* 47: 13, 2737–2745.
- Church, R. L. (1999). Location modelling and GIS. *Teoksessa* Longley, P., M.F. Goodchild, D. J. Maguire & D. W. Rhind (toim.): *Geographical information systems*, 293–303. Wiley, New York.
- Church, R. & ReVelle, C. (1974). The maximal covering location problem. *Papers of the Regional Science Association* 32, 101–118.
- Curtis, C. & J. Scheurer (2010). Planning for sustainable accessibility: developing tools to aid discussion and decision-making. *Progress in Planning* 74, 53–106.
- Digital Geography Lab. Aineistot saavutettavuustarkasteluihin. <<http://blogs.helsinki.fi/saavutettavuus/data/>>

- Dijkstra, E. W. (1959). A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik* 1, 269–271.
- Drezner, Z. & G.O. Wesolowsky (1991) Facility location when demand is time dependent. *Naval Research Logistics* 38: 5, 763–777.
- Dupuy, G. (2008). *Urban networks – network urbanism*. 296 s. Techne Press, Amsterdam.
- EEA = European environmental agency (2006). Urban sprawl in Europe. The ignored challenge. *EEA report* 10/2006. 56 s. Kööpenhamina.
- Eiselt, H. A. & Laporte, G. (1995). Objectives in location problems. *Teoksessa Drezner, Z. (toim.): Facility Location: A Survey of Applications and Methods*, 151–180. Springer, New York.
- Eriksson U., D. Arvidsson & K. Sundquist (2012). Availability of exercise facilities and physical activity in 2037 adults: cross-sectional results from the Swedish neighborhood and physical activity (SNAP) study. *BMC Public Health* 12, 607–615.
- ESRI (2017a). Algorithms used by the ArcGIS Network Analyst extension. 20.08.2017. <<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/network-analyst/algorithmsused-by-network-analyst.htm#GUID-D50336EC-7FBA-43FAAD31-4272AB544393>>
- ESRI (2017b). Location-allocation analysis. 4.10.2017. <<http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/extensions/network-analyst/location-allocation.htm>>
- Estabrooks, P.A., R.E. Lee & N.C. Gyurcsik (2003). Resources for physical activity participation: Does availability and accessibility differ by neighborhood socioeconomic status? *Annals of Behavioral Medicine* 25: 2, 100–104.
- Farrington, J. & C. Farrington (2005). Rural accessibility, social inclusion and social justice: towards conceptualisation. *Journal of Transport Geography* 13: 1, 1–12.
- Finlex (2015). Liikuntalaki. 03.11.2016. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150390>>

- Geurs, K. & J. Östh (2016). Advances in the measurement of transport impedance in accessibility modelling. *European Journal of Transport and Infrastructure Research* 16: 2, 294–299.
- Geurs, K. T. & J. R. Ritsema van Eck (2001). Accessibility measures: review and applications. Evaluation of accessibility impacts of land-use transport scenarios, and related social and economic impacts. *RIVM Report* 408 505 006. 265 s. National Institute of Public Health and the Environment, Bilthoven.
- Geurs, K.T. & B. Van Wee (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. *Journal of Transport Geography* 12, 127–140.
- Ghosh, A., S. McLafferty & C. S. Craig (1995). Multifacility retail networks. *Teoksessa* Drezner, Z. (toim.): *Facility Location: A Survey of Applications and Methods*, 301–330. Springer, New York.
- Haanpää, S. (2016). *Pelastuspalveluiden saavutettavuus ja paloasemien optimaaliset sijainnit Suomessa*. 94 s. Geotieteiden ja maantieteen laitos, Helsingin yliopisto.
- Haggett, P. (2001). *Geography: A global synthesis*. 833 s. Prentice Hall, London.
- Hakimi, S. (1964). Optimum locations of switching centers and the absolute centers and medians of a graph. *Operations Research* 12: 3, 450–459.
- Hallipello, A. (2008). Paras tuottakoon! Hyvinvointipalvelujen tulevat markkinat. *Polemia sarjan julkaisu nro 68*. 119 s. Kunnallisalan kehittämissäätiö.
- Hansen, W.G. (1959). How accessibility shapes land use. *Journal of American Institute of Planners* 25: 2, 73–76.
- Helsingin kaupunki (2016). Uudistuksen perusinfo, syksy 2016. Tällainen on Helsingin uusi johtamisjärjestelmä. 22.03.2017.  
<<https://www.hel.fi/static/helsinki/liitteet/johtamisuudistus-syksy.pdf>>
- Helsingin kaupunki (2017). Kruunusillat – tietoa hankkeesta. 4.10.2017.  
<<https://www.hel.fi/kaupunkiymparisto/kruunusillat-fi/tietoa-hankkeesta/>>

- Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto (2015). Väestötiedot tilastoruudittain. Ennuste 2040. Aineisto saatu Digital Geography Lab –tutkimusryhmältä.
- Higgs, G., M. Langford & P. Norman (2015). Accessibility to sport facilities in Wales: A GIS based analysis of socio-economic variations in provision. *Geoforum* 62, 105–120.
- Hoekman, R., Breedveld K. & G. Kraaykamp (2016). A landscape of sport facilities in the Netherlands. *International Journal of Sport Policy and Politics* 8: 2, 305–320.
- Huff, D. L. (1963). A Probabilistic Analysis of Shopping Center Trade Areas. *Land Economics* 39: 1, 81–90.
- Humpel, N., Owen N. & E. Leslie (2002). Environmental factors associated with adults' participation in physical activity – a review. *American Journal of Preventive Medicine* 22: 3, 188–199.
- Huotari, T., H. Antikainen, M. Pukkinen & J. Rusanen (2012). Synnytyspäivystyksen ja erikoissairaanhoidon palveluiden saavutettavuus – Sairaaloiden sijainnin suhde väestörakenteeseen paikkatietomenetelmillä tarkasteltuna. *Sosiaali- ja terveystieteiden raportteja ja muistioita* 2012:29. 53.
- Iacono, M., K.J. Krizek & A. El-Geneidy, A. (2010) Measuring non-motorized accessibility: issues, alternatives, and execution. *Journal of Transport Geography* 18: 1, 133–140.
- Jaakkola, T. (2013). *Paikkatietopohjainen menetelmä autoilun ajoaikojen ja kokonaismatkan aikojen mallintamiseen – esimerkkinä pääkaupunkiseutu*. 87 s. Geotieteiden ja maantieteen laitos, Helsingin yliopisto.
- Jaakkola, M., A. Böhling, M. Nicklen & A. Lämsä (2016). Helsingin viher- ja virkistysverkoston kehittämissuunnitelma – VISTRA osa II. *Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto*.
- Jochen, A. (2007). *Key concepts & techniques in GIS*. 98 s. SAGE publications Ltd, Los Angeles.



- Kakko, N. (2015). *Matalan kynnyksen liikuntatoimen toteutumisen edellytykset urheiluseurassa. Tapaustutkimus Kouvolan Susien matalan kynnyksentoiminnasta ja kunnan roolista siinä*. 89 s. Liikuntakasvatuksen laitos, Jyväskylän yliopisto.
- Kanninen, V., P. Kontio, R. Mäntysalo & M. Ristimäki (2010). Autoriippuvainen yhdyskunta ja sen vaihtoehdot. *Yhdyskuntasuunnittelun tutkimus- ja koulutuskeskuksen julkaisuja B* 101. 160 s. Aalto-yliopisto, Espoo.
- Karusisi, N., F. Thomas, J. Méline & B. Chaix (2013). Spatial accessibility to specific sport facilities and corresponding sport practice: the RECORD Study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 10: 48, 1–10.
- Kaupunkisuunnitteluvirasto (2016). Kaupunkikaava – Helsingin uusi yleiskaava. *Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston yleissuunnitteluosaston selvityksiä* 2016: 3. 230 s.
- Kohijoki, A. (2013) Onko kauppa kaukana? Päivittäistavarakaupan palvelujen saavutettavuus - ikääntyvien kuluttajien näkökulma. *Turun kauppakorkeakoulun julkaisuja A*–15. 155 s.
- Korhonen, E. & J. Niemi (2016) *Harkittua omistajuutta toimitiloihin – Päättäjäohje kuntakonsernien tilaomaisuuden hallintaan*. 14 s. Suomen kuntaliitto, Helsinki.
- Kotavaara O. & J. Rusanen (2016). Liikuntapaikkojen saavutettavuus paikkatietoperusteisessa tarkastelussa: Liikuntapaikkojen saavutettavuusindeksi (LINDA) –hankkeen loppuraportti. *Nordia Tiedonantoja* 1/2016. 34 s.
- Kruger, J., S.A. Carlson & H. W. Kohl (2007). Fitness facilities for adults. Differences in perceived access and usage. *American Journal of Preventive Medicine* 32: 6, 500–505.
- Kwan, M. & J. Weber (2003). Individual accessibility revisited: implications for geographical analysis in the twenty-first century analytical. *Geographical Analysis* 35: 4, 341–353.
- Kytö, H. (2012). Lähipalvelujen merkitys kasvaa väestön ikääntyessä. 27.5.2017.  
[http://www.stat.fi/artikkelit/2012/art\\_2012-06-04\\_002.html?s=0](http://www.stat.fi/artikkelit/2012/art_2012-06-04_002.html?s=0)>7

- Käyhkö, H. (2014). Yleiskaavan mukaisen raideliikenneverkon vaikutukset alueiden saavutettavuuteen. *Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston yleissuunnitteluosaston selvityksiä* 2014: 41. 21 s.
- Laakso, S., H. Lönnqvist & H. A. Loikkanen (2002). Oppihistoriallinen katsaus kaupunkitaloustieteeseen. *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 98: 4, 394–408.
- Laakso, S. (2012). Kaupunkien erikoistuminen ja kaupunkien verkostot. *Teoksessa* Loikkanen, H.A., S. Laakso & I. Susiluoto (toim.): Metropolialueen talous – näkökulmia kaupunkitalouden ajankohtaisiin aiheisiin, 21–38. Helsingin kaupunki, Tietokeskus.
- Lampinen, S. (2015) *Tässä tie, missä kaupunki? Liikennesuunnittelu ja yhdyskuntarakenteen hajautuminen*. 396 s. Tampere University Press, Tampere.
- Lee, I. M., E. J. Shiroma, F. Lobelo, P. Puska, S. N. Blair & P. T. Katzmarzyk (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *The Lancet* 380, 219–229.
- Liikennevirasto (2012). Henkilöliikennetutkimus 2010–2011. Suomalaisten liikkuminen. 98 s. Helsinki.
- Liikuntavirasto (2012). Liikuntastrategia vuosille 2013–2017. 15.05.2017. <<https://www.hel.fi/static/liv/2013/liikuntastrategia20132017.pdf>>
- Liikuntavirasto (2017). Liikuntaviraston verkkosivut. 15.05.2017. <<https://www.hel.fi/liv/fi>>
- Lipas (2017). Lipas – Liikuntapaikat. 23.05.2017. <<http://lipas.cc.jyu.fi/lipas/>>
- Liu, S. & Zhu, X. (2004). An integrated GIS approach to accessibility analysis. *Transactions in GIS* 8: 1, 45–62.
- Loikkanen H. A. & S. Laakso (2016). Tiivistävä kaupunkikehitys – Tuottavuuden ja hyvinvoinnin kasvun perusta. *Tehokkaan Tuotannon Tutkimussäätö – julkaisusarja* 5. 91 s.

- Lönnqvist, H. & S. Laakso (2012). Kaupunkialueen maankäyttö metropolialueella. *Teoksessa* Loikkanen, H.A., S. Laakso & I. Susiluoto (toim.): Metropolialueen talous – näkökulmia kaupunkitalouden ajankohtaisiin aiheisiin, 79–106. Helsingin kaupunki, Tietokeskus.
- Mavoa, S., K. Witten, T. McCreanor & D. O’Sullivan (2012). GIS based destination accessibility via public transit and walking in Auckland, New Zealand. *Journal of Transport Geography* 20: 1, 15–22.
- McCormack, G.R. & A. Shiell (2011). In search of causality: a systematic review of the relationship between the built environment and physical activity among adults. *Physical Activity*, 8: 125.
- Meijers, E. J. (2007). *Synergy in Polycentric Urban Regions: complementarity, organizing capacity and critical mass*. 181 s. Delft University Press, Delft.
- Meijers, E. & A. Romein (2003). Realizing potential: Building regional organizing capacity in polycentric urban regions. *European Urban and Regional Studies* 10: 2, 173–186.
- Mikkonen, K. (2009). Keskus- ja vaikutusalueetutkimus Suomessa. *Teoksessa* Virkkala, S. & R. Koski (toim.): Yhteiskuntamaantieteen maailma. *Vaasan yliopiston julkaisuja - Opetusjulkaisuja* 59, 23–36.
- Mladenović, N., J. Brimberg, P. Hansen & J. A. Moreno-Pérez (2007). The p-median problem: A survey of metaheuristic approaches. *European Journal of Operational Research* 179, 927–939.
- Mäkelä, V., T. Mäki-Opas, R. Prättälä, H. Valkeinen & K. Borodulin (2014). Missä väki liikkuu - liikuttaako liikuntapaikka? *Liikunta & Tiede* 2, 9–14.
- Mäkinen, T. (2010) *Trends and Explanations for Socioeconomic Differences in Physical Activity*. 91 s. Helsinki University Print, Helsinki.
- Mäntyniemi, M. (2015) *Liikuntapaikkojen saavutettavuus pääkaupunkiseudulla – tarkastelussa jääkiekko ja ratsastus*. Geotieteiden ja maantieteen laitos, Helsingin yliopisto.
- Nissinen, K. & V. Möttönen (2013). *Sisäliikuntapaikkojen kysynnän ja tarjonnan nykytila*. 129 s. VTT technology, Espoo.

OSM (2017). OpenStreetMap. 22.03.2017

<https://www.openstreetmap.org/#map=5/56.438/1.758>

Oulun yliopisto (2017). Liikunnan olosuhteet ja yleiskaavoitus. 22.03.2017.

<http://www.liikuntakaavoitus.fi/olosuhteet/kunnallinen/>

Owen S.H. & M.S. Daskin (1998). Strategic facility location: A review. *European Journal of Operational Research* 111, 423–447.

Rahman, S. & Smith, D. K. (2000). Use of location-allocation models in health service development planning in developing nations. *European Journal of Operational Research* 123: 3, 437–452.

Rehunen, A., M. Rantanen, I. Lehtola & M. J. Hiltunen (2012) (toim.). Palvelujen saavutettavuus muutoksessa - Maaseudun vakituisten ja vapaa-ajan asukkaiden palveluympäristön kehityssuunnat ja uudet mahdollisuudet. *Raportteja* 88, 72-81. Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti.

Rehunen, A. (2012). Saavutettavuustiedot suunnittelun ja kehittämisen työkaluna. *Teoksessa* Rehunen, A., M. Rantanen, I. Lehtola & M. J. Hiltunen (toim.): Palvelujen saavutettavuus muutoksessa - Maaseudun vakituisten ja vapaa-ajan asukkaiden palveluympäristön kehityssuunnat ja uudet mahdollisuudet. *Raportteja* 88, 72-81. Helsingin yliopisto, Ruralia-instituutti.

Repo, J. (2017). *Palveluiden saavutettavuuden muutos pitkällä aikavälillä: tapaustutkimuksena pääkaupunkiseudun kirjastoverkko*. 115 s. Geotieteiden ja maantieteen laitos, Helsingin yliopisto.

Revelle, C. S. & Eiselt, H. A. (2005). Location analysis : A synthesis and survey. *European Journal of Operational Research* 165: 1, 1–19.

ReVelle, C. S. & R. W. Swain (1970). Central Facilities Location. *Geographical Analysis* 2: 1, 30–42.

Ribeiro, A. & A. P. Antunes (2002). A GIS-Based Decision-Support Tool for Public Facility Planning. *Environment and Planning B: Planning and Design* 29: 4, 553–569.

Rodrigue, J. & Ducruet, C. (2017). Graph theory: definition and properties. *Teoksessa*

- Rodrigue, J., C. Comtois & B. Slack (toim.): *The geography of transport systems*, 343–350. Routledge, New York.
- Saarsalmi, P. (2014). *Päivittäistavarakaupan spatio-temporaalinen saavutettavuus pääkaupunkiseudulla*. 107 s. Geotieteiden ja maantieteen laitos, Helsingin yliopisto.
- Sallis, J.F., M.F. Hovell, C.R. Hofstetter, J.P. Elder, M. Hackley, C.J. Caspersen & K. E. Powell (1990). Distance between homes and exercise facilities related to frequency of exercise among San Diego residents. *Public Health Reports* 105: 2, 179–185.
- Salonen, M. (2014). Analysing spatial accessibility patterns with travel time and distance measures: novel approaches for rural and urban contexts. *Department of Geosciences and Geography A27*. 58 s. University of Helsinki.
- Salonen, M., T. Toivonen, H. Tenkanen, V. Heikinheimo & O. Järvi (2016). Saavutettavuuden analyysia todellisilla matka-ajoilla. *Positio* 1/2016, 18–19.
- Salonen, M., T. Toivonen & M. Vaattovaara (2012). Arkiliikkumisen vaihtoehtoista monikeskuksistuvassa metropolissa: Kaksi näkökulmaa palvelujen saavutettavuuteen pääkaupunkiseudulla. *Yhdyskuntasuunnittelu* 50: 3, 8–27.
- Schipperijn J., Bentsen P., Troelsen J., Toftager M. & U.K. Stigsdotter (2013). Associations between physical activity and characteristics of urban green space. *Urban Forestry & Urban Greening* 12, 109–116.
- Schulman, H., Söderström P. & M. Ristimäki (2014). Näkökulmia eurooppalaisen suurkaupungin kehitykseen. *Teoksessa* Söderström P., H. Schulman & M. Ristimäki (toim.): Pohjoiset suurkaupungit – Yhdyskuntarakenteen kehitys Helsingin ja Tukholman metropolialueilla. *SYKE:n julkaisuja* 2, 13–30.
- Schulman, H. (2014). Helsingin kehityskuva. *Teoksessa* Söderström P., H. Schulman & M. Ristimäki (toim.): Pohjoiset suurkaupungit – Yhdyskuntarakenteen kehitys Helsingin ja Tukholman metropolialueilla. *SYKE:n julkaisuja* 2, 39–61.

- SeutuCD (2016). Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä. Paikkatietoaineistojen kokoelma.
- Spinney, J.E.L. & H. Millward (2013). Investigating travel thresholds for sports and recreation activities. *Environment and Planning B: Planning and Design* 40, 474–488.
- Suomi, K., K. Sjöholm, P. Matilainen, V. Glan, L. Nuutinen, S. Myllylä, B. Pavelka, J. Vettenranta, K. Vehkakoski & A. Lee (2012). Liikuntapaikkapalvelut ja väestön tasa-arvo. Seurantatutkimus liikuntapaikkapalveluiden muutoksista 1998–2009. Jyväskylän yliopisto, Jyväskylä.
- Taloustutkimus (2015). Helsingiläisten liikuntakäyttäytyminen. Helsingin kaupungin liikuntavirasto. 48 s.
- Teitz, M. & P. Bart (1968). Heuristic methods for estimating the generalized vertex median of a weighted graph. *Operations Research* 16: 5. 955–961.
- Toivonen, T., Salonen, M., Tenkanen, H., Saarsalmi, P., Jaakkola, T. & Järvi, J. (2014). Joukkoliikenteellä, autolla ja kävellen: Avoin saavutettavuusaineisto pääkaupunkiseudulla. *Terra* 126: 3, 127–136.
- Tulikoura, S. & S. Jäppinen (2012). Helsingin yleiskaava - Arjen saavutettavuus pääkaupunkiseudulla – Makrotaso *Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston yleissuunnitteluosaston selvityksiä* 2012: 6. 40 s.
- Uutta Helsinkiä (2017). Uutta Helsinkiä. 26.8.2017. <<http://www.uuttahelsinki.fi/fi>>
- Vaattovaara, M. (2011). Suuri murros kaupunkirakenteen kehityksessä. *Teoksessa* Cantell, T. & T. Lahti. (toim.): Helsinki tiedon kohteena: Helsingin kaupungin tietokeskus 100 vuotta, 207-217. Helsingin kaupungin tietokeskus, Helsinki.
- Välimäki, S. (2011). Social networks for volunteered geographic information - A case study of OpenStreetMap. 101 s. Department of Geosciences and Geography. University of Helsinki.
- Valkeinen, H., T. Mäki-Opas, R. Prättälä & K. Borodulin (2014). Liikuntapaikkojen läheisyyden yhteys liikuntalajien harrastamiseen. *Tutkimuksesta tiiviisti* 4/2014. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, Helsinki.

- Vuori, P. & S. Laakso (2016). Helsingin ja Helsingin seudun väestöennuste 2016–2050. Ennuste alueittain 2016–2026. *Tilastoja* 2016: 30. 89 s.
- Vuori (2017). Väestö ja väestönkehitys Helsingissä. 26.8.2017.  
<[http://tilajakehitys.hel.fi/vaesto\\_ja\\_vaestonkehitys\\_helsingissa](http://tilajakehitys.hel.fi/vaesto_ja_vaestonkehitys_helsingissa)>
- Wrigley, N. (2002). ‘Food deserts’ in British cities: Policy context and Research priorities. *Urban Studies* 39: 11, 2029–2040.
- Yamashita, J. (1995). Spatial interaction and spatial structure. A study of public facility location. *Meddelanden från universitets geografiska institutionen* 123. 186 s.
- Ylä-Anttila, K. (2010). *Verkosto kaupunkirakenteen analyysin ja suunnittelun välineenä*. 230 s. Tampereen teknillinen yliopisto, Tampere.
- Ympäristöministeriö (2013) Yhdyskuntarakenne. 2.5.2017. <[http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto\\_ja\\_kaavoitus/Yhdyskuntarakenne](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Yhdyskuntarakenne)>

## LIITTEET

Liite 1. Tutkittavat liikuntapaikat.

### TEKOJÄÄKENTÄT

#### Nykyiset sijainnit

Brahenkentän tekojääkenttä  
Kontulan liikuntapuiston tekojääkenttä  
Käpylän liikuntapuistot tekojääkenttä  
Lassilan liikuntapuiston tekojääkaukalo  
Oulunkylän liikuntapuiston tekojääkenttä  
Pukinmäen liikuntapuiston tekojääkaukalo  
Rautatien torin tekojääkenttä - Jääpuisto

#### Ylläpitäjä

Kunta / liikuntatoimi  
Kunta / liikuntatoimi  
Kunta / liikuntatoimi  
Kunta / liikuntatoimi  
Kunta / liikuntatoimi  
Kunta / liikuntatoimi  
Kunta / liikuntatoimi

#### Suunnitellut sijainnit

Jätkäsaaren liikuntapuisto

### UIMAHALLIT/MAAUIMALAT

#### Nykyiset liikuntapaikat

Allas Sea Pool / Merikylpylä  
Haagan Uimahalli  
Helsingin urheilutalo / UH & FIX Kallio / Uimahalli  
Itäkeskuksen uimahalli  
Jakomäen uimahalli  
Kontulan uimahalli / UH & FIX Kontula  
Kumpulan maauimala  
Lauttasaaren uimahalli (Lauttasaaren yhteiskoulu)  
Mäkelänrinteen uimahalli / UH & FIX Mäkelänrinne  
Malmin uimahalli / UH & FIX Malmi  
Pirkkolan liikuntapuiston uimahalli  
Siltämäen uimahalli / UH & FIX Siltämäki  
Töölön uimahalli / UH & FIX Töölö  
Uimastadion / Maauimala  
Vuosaaren uimahalli / UH & FIX Vuosaari  
Yrjönkadun uimahalli

#### Ylläpitäjä

Yksityinen  
Yksityinen / yritys  
Kunta / muu  
Kunta / liikuntatoimi  
Kunta / liikuntatoimi  
Kunta / muu  
Kunta / liikuntatoimi  
Yksityinen / yhdistys  
Kunta / muu  
Kunta / muu  
Kunta / liikuntatoimi  
Kunta / muu  
Kunta / muu  
Kunta / liikuntatoimi  
Kunta / muu  
Kunta / liikuntatoimi

#### Suunnittelut liikuntapaikat

Jätkäsaaren Bunkkeri



## Nykyiset sijainnit

Ala-Malmin liikuntapuisto  
Arabianrannan liikuntapuisto  
Herttoniemen liikuntapuisto  
Herttoniemenrannan liikuntapuisto  
Jakomäen liikuntapuisto  
Kannelmäen liikuntapuisto  
Kivikon liikuntapuisto  
Konalan liikuntapuisto  
Kontulan liikuntapuisto  
Kurkimäen liikuntapuisto  
Käpylän liikuntapuisto  
Laajasalon liikuntapuisto  
Laajasuon liikuntapuisto  
Lassilan liikuntapuisto  
Latokartanon liikuntapuisto  
Lauttasaaren liikuntapuisto  
Meilahden liikuntapuisto  
Mustikkamaan liikuntapuisto  
Myllypuron liikuntapuisto  
Oulunkylän liikuntapuisto  
Pirkkolan liikuntapuisto  
Puistolan liikuntapuisto  
Pukinmäen liikuntapuisto  
Roihuvuoren liikuntapuisto  
Ruskeasuon liikuntapuisto  
Siltamäen liikuntapuisto  
Talin liikuntapuisto  
Tapulikaupungin liikuntapuisto  
Vesalan liikuntapuisto  
Vuosaaren liikuntapuisto

[illegible][illegible]

### **Suunnitellut sijainnit**

Ojapuiston liikuntapuisto

Isonnevan/Haagan puiston liikuntapuisto

Jätkäsaaren liikuntapuisto

Hopealaakson liikuntapuisto

## **LIIKUNTASALIT**

### **Nykyiset sijainnit**

Malmin palloiluhalli (MPH)

Arena Center Hakaniemi

Viikin Tennis Oy / Liikuntahalli

UniSport Kumpula / Palloiluhalli

Lauttasaaren yhteiskoulu / Liikuntasali

Ruskeasuon liikuntapuisto / Liikuntahalli

UH & FIX Pasila / Palloiluhalli

UH & FIX Mäkelänrinne / Palloiluhalli

Latokartanon liikuntahalli / Palloilusali 1 & 2

Pirkkolan palloiluhalli

Helmi Center / Liikuntahalli

UH & FIX Vuosaari / Palloiluhalli

Viikin monitoimitalo / Palloiluhalli

Herttoniemenrannan liikuntahalli / Liikuntasali

Puistolan liikuntahalli

Helsingin urheilutalo / UH & FIX Kallio / Palloilusali

Laajasalon Palloiluhallit Oy / Palloilusali

Kallahden peruskoulu / Liikuntasali

Munkkiniemen yhteiskoulu / Liikuntasali 1

Meilahden liikuntakeskus/ Sisäpalloiluhalli

Circus Helsinki / Generaattorisali

Töölön kisahalli / Liikuntahalli A & B

Merihaan Pallohalli / Monitoimihalli

UH & FIX Töölö / Palloilusali

Liikuntamyly / Sisäpalloilukenttä

Tapanilan Urheilukeskus

Helsingin suomalainen yhteiskoulu (SYK) / Liikuntasali

Helsingin yhteislyseo / Liikuntasali

### **Ylläpitäjä**

Yksityinen / yritys

Yksityinen / yritys

Yksityinen / yritys

Yksityinen / säätiö

Yksityinen / yritys

Kunta / liikuntatoimi

Yksityinen / yritys

Kunta / muu

Kunta / liikuntatoimi

Kunta / liikuntatoimi

Yksityinen / yritys

Yksityinen / yritys

Yksityinen / säätiö

Kunta / liikuntatoimi

Kunta / liikuntatoimi

Kunta / muu

Yksityinen / yritys

Kunta / opetustoimi

Yksityinen / yritys

Yksityinen / yritys

Yksityinen / yhdistys

Kunta / liikuntatoimi

Yksityinen / yritys

Kunta / muu

Kunta / liikuntatoimi

Yksityinen / säätiö

Yksityinen / yritys

Yksityinen / yritys

Vuosaaren peruskoulu (luokat 5-9) / Liikuntasali	Kunta / opetustoimi
Kampin liikuntakeskus / Liikuntasali 1	Kunta / liikuntatoimi
Jakomäen peruskoulu (yläaste) / Liikuntasali	Kunta / opetustoimi
Etera-halli / Liikuntasali	Yksityinen / yhdistys
Stadin ammattiopisto (Sturenkatu) / Liikuntasali 1	Kunta / opetustoimi
Maunulan liikuntahalli / Liikuntasali 1 & 2	Kunta / liikuntatoimi
Botby grundskola / Liikuntasali	Kunta / opetustoimi
Yrjönkadun uimahalli / Liikuntasali	Kunta / liikuntatoimi
Ruoholahden Palloiluhalli	Yksityinen / yritys
Laajasalon peruskoulu (yläaste) / Liikuntasali	Kunta / opetustoimi
Hoplaxskolan (Munksnäs högstadieskola) / Liikuntasali	Kunta / opetustoimi
Porolahden peruskoulu (yläaste) / Liikuntasali 1	Kunta / opetustoimi
Katajanokan liikuntahalli / Liikuntasali 1	Kunta / liikuntatoimi
Arabian peruskoulu / Liikuntasali	Kunta / opetustoimi
Metropolia Ammattikorkeakoulu (Vanha viertotie) / Liikuntasali	Kunta / opetustoimi
Helsingin ranskalais-suomalainen koulu / Liikuntasali 1	Valtio
Stadin ammattioppilaitos (Roihu) / Liikuntasali	Kunta / opetustoimi

### **Suunnitellut sijainnit**

Bunkkeri / Liikuntasali (Jätkäsaari)
Kruunuvuoranta / liikuntahalli
Urhea-halli (Mäkelänrinne)

## **LÄHILIIKUNTAPAIKAT**

### **Nykyiset sijainnit**

Arabianrannan liikuntapuisto lähiliikuntapaikka
Aurinkolahden uimaranta lähiliikuntapaikka
Herttoniemenrannan liikuntapuisto lähiliikuntapaikka
Jakomäen liikuntapuisto lähiliikuntapaikka
Kannelmäen liikuntapuisto lähiliikuntapaikka
Kivikon liikuntapuisto lähiliikuntapaikka
Konalan liikuntapuisto lähiliikuntapaikka
Kontulan liikuntapuisto lähiliikuntapaikka
Käpylän liikuntapuisto lähiliikuntapaikka
Laajasalon liikuntapuisto lähiliikuntapaikka
Laajasuon liikuntapuisto lähiliikuntapaikka

### **Ylläpitäjä**

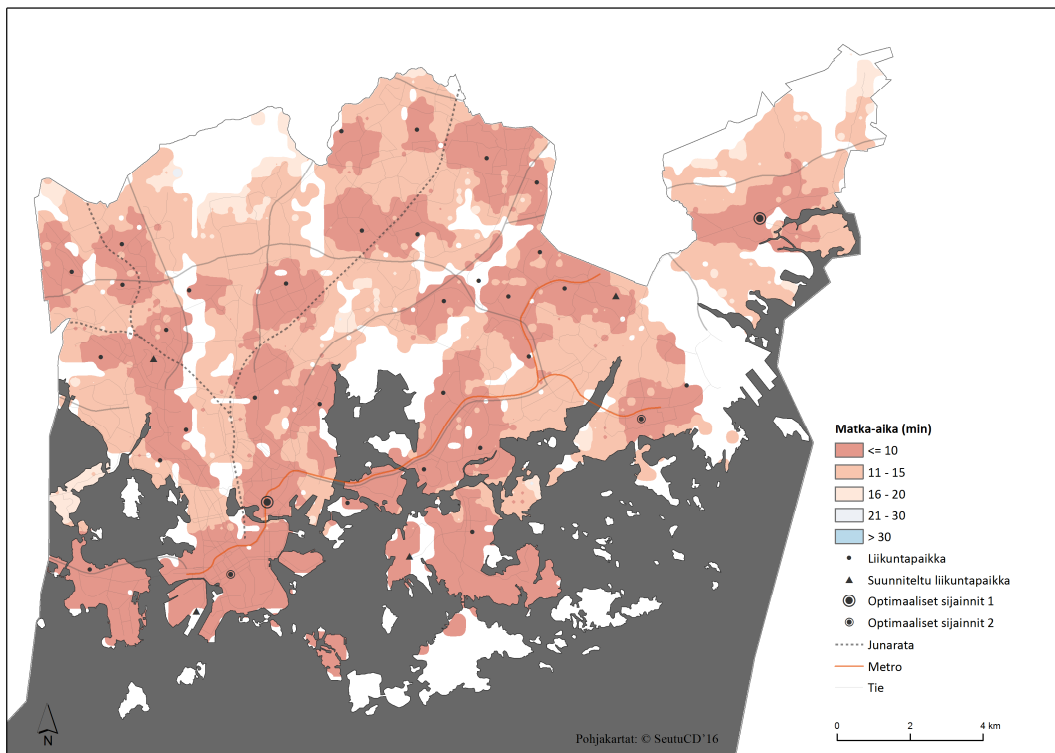
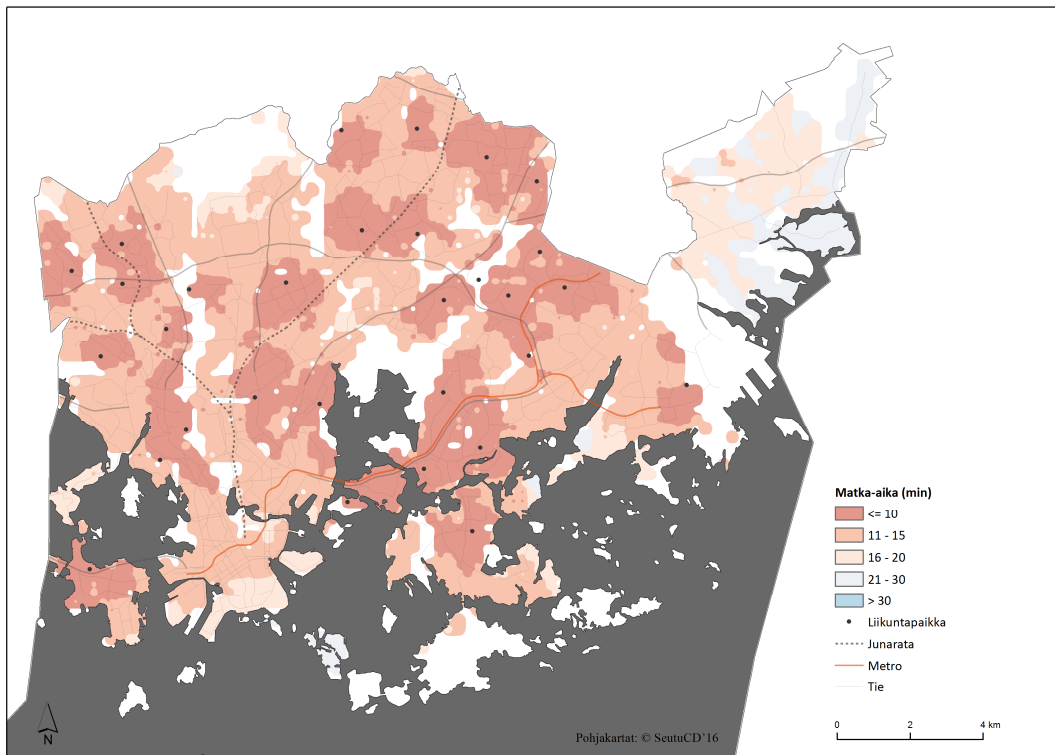
Kunta / liikuntatoimi
Kunta / liikuntatoimi
Kunta / liikuntatoimi
Kunta / liikuntatoimi
Kunta / liikuntatoimi
Kunta / liikuntatoimi
Kunta / liikuntatoimi
Kunta / liikuntatoimi
Kunta / liikuntatoimi
Kunta / liikuntatoimi
Kunta / liikuntatoimi

Landbonkenttä lähiliikuntapaikka	Kunta / liikuntatoimi
Lassilan liikuntapuisto lähiliikuntapaikka	Kunta / liikuntatoimi
Latokartanon liikuntapuisto lähiliikuntapaikka	Kunta / liikuntatoimi
Lauttasaaren liikuntapuisto lähiliikuntapaikka	Kunta / liikuntatoimi
Lauttasaaren uimaranta lähiliikuntapaikka	Kunta / liikuntatoimi
Myllypuron liikuntapuisto lähiliikuntapaikka	Kunta / liikuntatoimi
Oulunkylä liikuntapuisto lähiliikuntapaikka	Kunta / liikuntatoimi
Paloheinän ulkoilualue lähiliikuntapaikka	Kunta / liikuntatoimi
Pirkkolan liikuntapuisto lähiliikuntapaikka	Kunta / liikuntatoimi
Porolahden peruskoulu lähiliikuntapaikka	Kunta / liikuntatoimi
Pukinmäen liikuntapuisto lähiliikuntapaikka	Kunta / liikuntatoimi
Roihuvuoren liikuntapuisto lähiliikuntapaikka	Kunta / liikuntatoimi
Talin liikuntapuisto lähiliikuntapaikka	Kunta / liikuntatoimi
Vesalan liikuntapuisto lähiliikuntapaikka	Kunta / liikuntatoimi

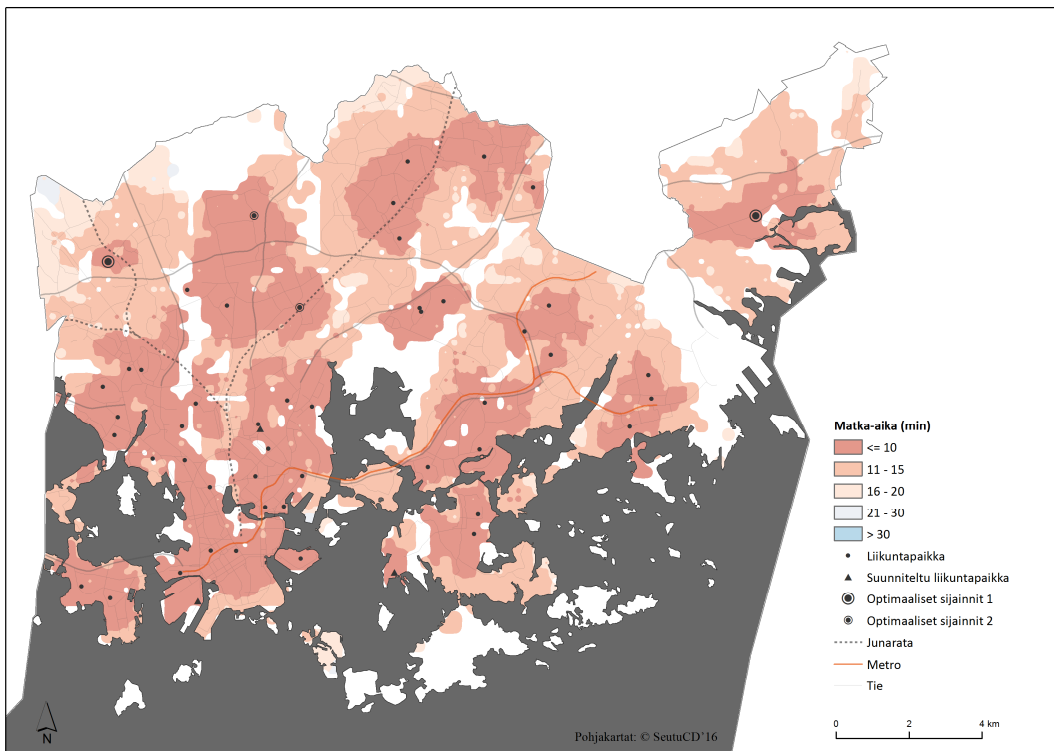
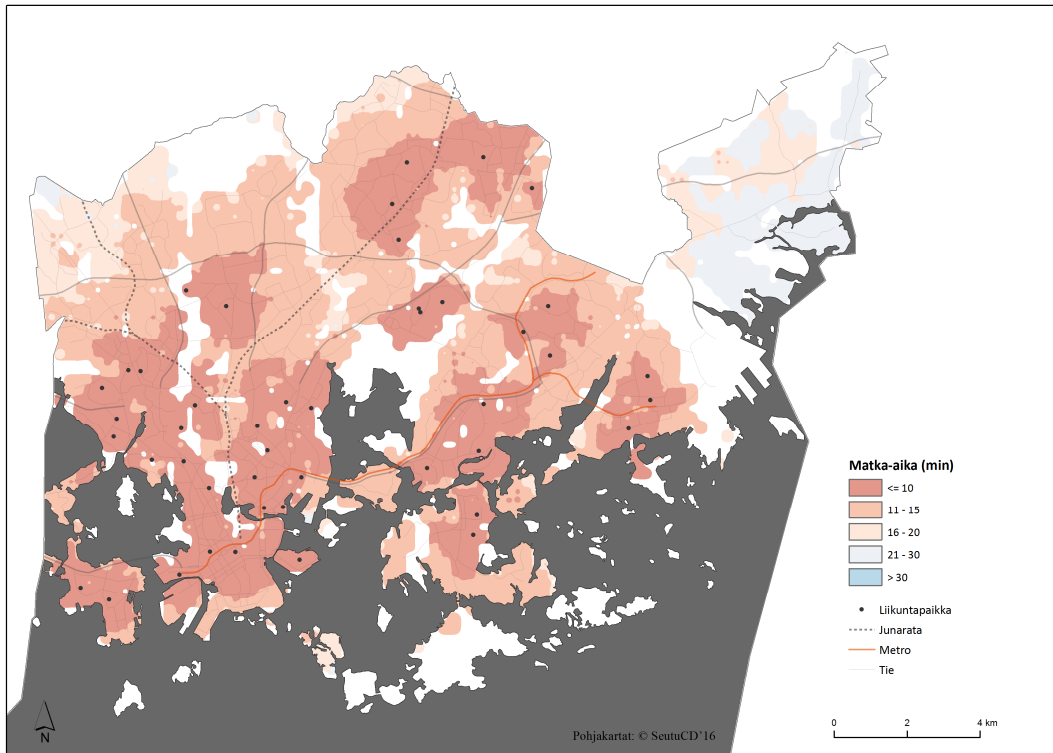
#### **Suunnitellut sijainnit**

Mustikkamaan uimaranta  
Merisataman puisto  
Hesperian puisto  
Tapulikaupungin liikuntapuisto  
Puistolan liikuntapuisto

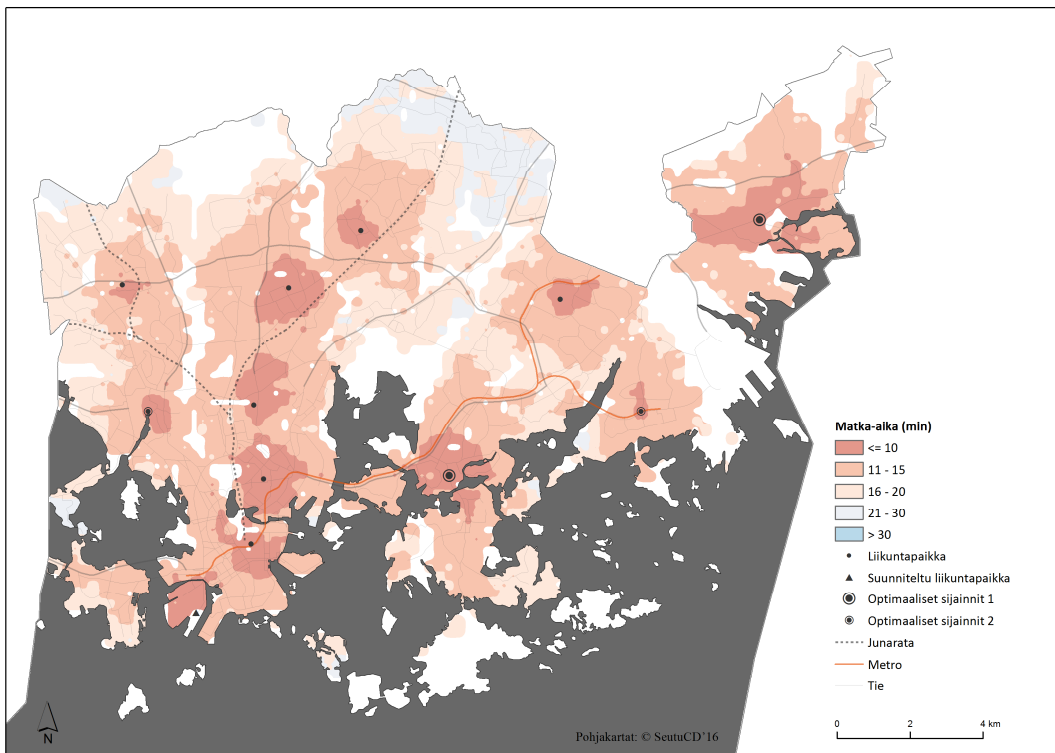
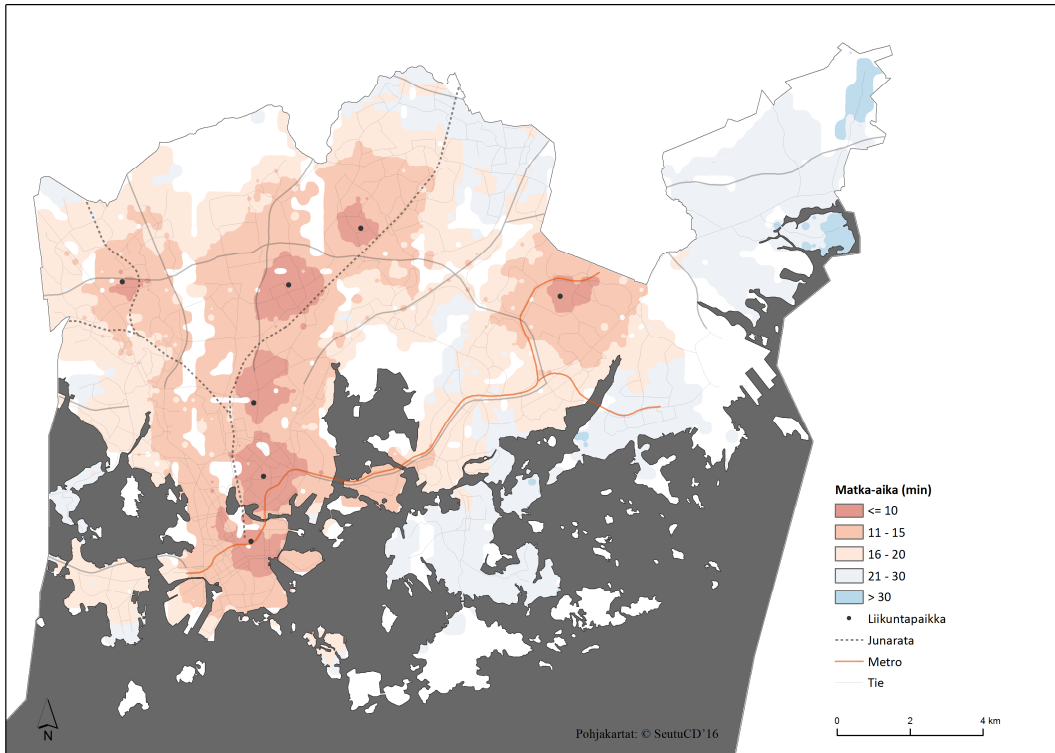
Liite 2. Liikuntapuistojen saavutettavuus autolla.



Liite 3.Liikuntasalien saavutettavuus autolla.



Liite 4. Tekojääkenttien saavutettavuus autolla.



Liite 5. OSM-aineiston luokittelu kävelyreititysaineistoa varten

Kävelyyn soveltuvat	Vältettävät	Kielletyt
Cycleway	Unclassified	Motorway
Footway	Path	Motorway_link
Living street	Track	Primary
Residential	Trail	Primary_link
Pedestrian	Service	Secondary
Steps	Tertiary	Secondary_link
Elevator	Tertiary link	Access
		Bridleway
		Bus geideway
		Bus stop
		Construction
		Corridor
		None
		Planned
		Platform
		Proposed
		Raceway
		Road
		Trunk
		Virtual



<b>Linjan tyyppi</b>	<b>Kuvaus</b>
Bussi	Länsimetron liityntälinjat
Pikaraitiotiet	Tiederatikka
	Jokeri 1
	Rantaratikka (Hakaniemi-Ilomäentie)
Metro	Länsimetro (Kivenlahti – Majvik)
	Länsimetro (Kivenlahti-Vuosaari)
Juna	Pisaratara